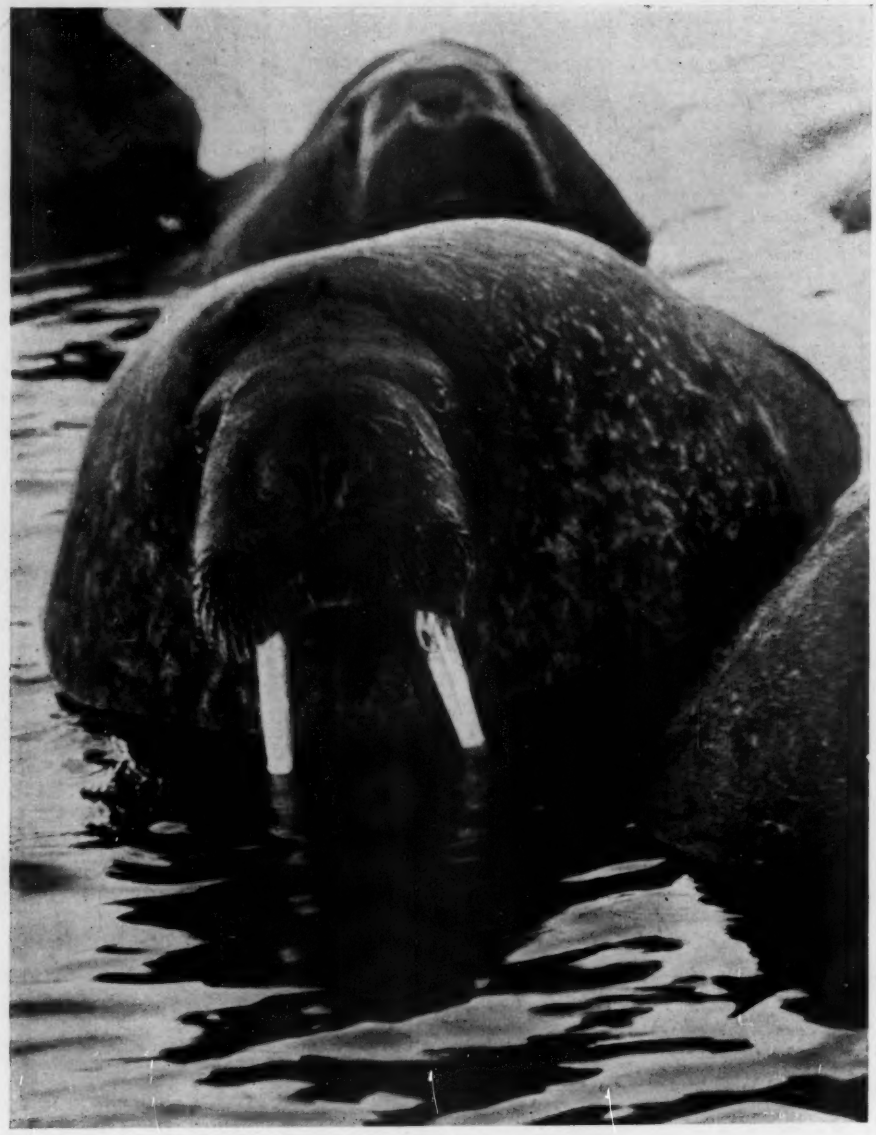
LA NATURE

REVUE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS



MAMMIFÈRES AQUATIQUES

Morses du nord-est du Groenland (*Photo* A. Pedersen).

N° 3233 – Septembre 1954 Revue mensuelle Le Numéro : 200 francs

Actualités et informations

La teneur des charbons en germanium

On sait que le germanium, métal semi-conducteur employé en électronique, n'existe qu'à l'état dispersé dans divers minerais ; on en fait aussi la recherche dans les houilles. Les teneurs en germanium ont été trouvées de l'ordre de 0,0007 pour 100 dans les charbons anglais (0,015 pour 100 dans les cendres), de 0,0004 pour 100 dans les charbons allemands, de 0,0023 pour 100 dans les cendres des charbons caucasiens. En Belgique, on a prélevé des fines lavées dans divers bassins en plusieurs endroits et pour des charbons de différents étages : les teneurs en germanium varient de 0,0001 à 0,0004 pour 100 dans les charbons, de 0,002 à 0,0045 pour 100 dans les cendres.

* * *

Une matière thermoplastique relativement nouvelle, le polytrifluorochloroéthylène, trouve des débouchés intéressants dans l'industrie chimique. Une de ses propriétés principales est sa résistance aux agents usuels les plus corrosifs : acide nitrique fumant, acide fluorhydrique, acides minéraux, alcalis, solvants organiques, etc. Elle peut être utilisée dans des conditions sévères jusqu'à une température de 150° C.

* * *

Le Bulletin de l'U. I. P. N. cite un écho du National Parks Magazine, *de Washington, selon lequel les propriétaires de certains ranches dans le Colorado s'opposent dorénavant à la destruction des coyotes sur leurs terrains, alors que cet animal a été persécuté depuis tant d'années. Les ranchers se sont en effet aperçus que le coyote, qui se nourrit en grande partie de souris et de lapins, empêchait la pullulation de ces rongeurs.*

* * *

Un nouvel alliage, le Thermonol, mis au point par l'U. S. Naval Ordnance, pourrait remplacer l'acier inoxydable dans beaucoup d'applications. Comprenant 84 pour 100 de fer et 16 pour 100 d'aluminium, il est de 25 pour 100 plus léger que l'acier et a une haute résistance à l'oxydation et à la corrosion. Il peut supporter sans dommage une température élevée : 1 300° C. L'addition de 5 pour 100 de molybdène améliore encore ses propriétés.

SOMMAIRE

ADAPTATIONS A LA VIE AQUATIQUE CHEZ LES MAMMIFÈRES

LES DÉTERGENTS DE SYNTHÈSE

LA FUTURE MAISON DE LA RADIO

PROJET FRANCO-BRITANNIQUE D'INTERCONNEXION ÉLECTRIQUE

LES EAUX MINÉRALES DE FRANCE (2)

L'INSTITUT DE RECHERCHES DE LA SIDÉRURGIE

LES TERMITES DE FRANCE

GRANDS BARRAGES ET PROTECTION DE LA NATURE

LA TRIOMPHALE CARRIÈRE DE L'ALUMINIUM

UN CHEF-D'ŒUVRE D'HORLOGERIE

L'ÉCONOMIE INDIENNE

LE HONDURAS BRITANNIQUE

Le projet d'usine marémotrice de la Rance

D'après une étude de M. Gibrat, l'usine marémotrice de l'estuaire de la Rance, près de SaintMalo, comportera 26 groupes de 8 500 kVA, équipés de turbines Kaplan de 14 000 ch, soit une puissance prévue de 208 000 kVA. Elle produira 550 millions de kWh par an. La centrale elle-même aura 47 m de long, elle sera située au centre d'un barrage de 100 m de long, installé entre la Pointe de la Brebis et la Pointe de la Briantais. Le débit sera de 5 000 m³/s au maximum et l'usine fonctionnera 3 740 h par an, environ 8 h par jour en cycle unique pour chaque marée. La position du barrage a été choisie en cherchant à modifier le moins possible le site, et en tenant compte de sondages géologiques qui se sont avérés très satisfaisants.

* * *

On envisage de remplacer, dans certains cas particuliers et pour des raisons de sécurité, les courroies transporteuses en caoutchouc par les courroies en polyvynyle.

La détection des poissons par les ultrasons

Un appareil à ultrasons, destiné à la recherche des bancs de poissons en mer, est construit par les Ross Laboratories, à Seattle. Il est capable de détecter un banc de poissons à un peu plus de 20 m au-dessous de la surface de l'eau. Il opère au moyen d'un faisceau d'ultrasons à 200 000 cycles par seconde et est équipé d'un cadran sur lequel une lampe au néon indique la distance déterminée par l'écho quand le faisceau rencontre un obstacle. Les échos des bancs de poissons sont étroits et aigus, ceux des fonds marins s'en distinguent parce que plus prolongés.

* * *

L'augmentation du nombre des moutons a été quasi générale dans le monde au cours de ces dernières années, sauf aux États-Unis. Le Bulletin d'information de la laine *donne le chiffre de 841 millions de têtes au 1er janvier 1954 ; soit 2 pour 100 de plus qu'au 1er janvier 1952 et 17 pour 100 de plus que la moyenne des années 1946-1950.*

* * *

Un effort important a développé au Niger la culture du manioc. La production, évaluée à 24 940 t en 1952, a atteint 50 600 t en 1953.

* * *

L'industrie sardinière marocaine a fourni plus de 103 000 t en 1953. Elle prend la première place dans la production mondiale.

* * *

La plus grande raffinerie de sucre de l'Union Française serait bientôt mise en marche à Mahavavy, à Madagascar. Sa capacité annuelle serait de 50 000 t.

* * *

Les produits congelés représentent maintenant 4,57 pour 100 du total des ventes d'aliments aux États-Unis. Ce pourcentage était de 2,7 pour 100 il y a deux ans et on estime qu'il atteindra 7,4 pour 100 dans deux ans. En ce qui concerne la surgélation du poisson, 400 usines ont produit, en 1952, 160 000 t qui ont été vendues dans 235 000 magasins.

LA NATURE

Revue mensuelle

DUNOD, Éditeur

92, rue Bonaparte,
PARIS-6e

C. C. P. Paris 75-45 — Tél. DAN. 99-15

ABONNEMENTS 1954

France et Union fse : un an : 2 000 francs six mois : 1 000 francs

Etranger (sauf Belgique et Luxembourg) :
un an : 2 500 francs six mois : 1 250 francs

Belgique et Luxembourg :
un an : 325 f belges six mois : 163 f belges

Changement d'adresse : 30 F en timbres-poste français
ou l'équivalent en monnaie étrangère

« La Nature » se réserve l'exclusivité des articles publiés et de leurs illustrations.
Aucune reproduction, traduction ou adaptation
ne peut être publiée sans l'autorisation expresse de l'éditeur.

N° 3233 Septembre 1954

LA NATURE

Les adaptations à la vie aquatique chez les Mammifères

Spécialiste des Mammifères, M. François Bourlière, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, vient de leur consacrer un très bel ouvrage, dans lequel il donne un aperçu d'ensemble de cette classe d'êtres vivants, la plus intéressante pour nous puisque nous en faisons partie (1). *Animaux terrestres par excellence, les Mammifères ont pourtant colonisé les milieux aquatiques, y réalisant divers degrés d'adaptation qui posent au physiologiste de passionnants problèmes. Le docteur Bourlière en évoque ici quelques-uns. Les photographies qui illustrent cet article ont été empruntées à son livre, avec l'aimable autorisation de l'éditeur.*

★

Les différents types de Mammifères amphibies et aquatiques constituent un magnifique champ de recherches pour le mammalogiste, que ses tendances soient morphologiques ou physiologiques.

Les tendances amphibies sont, chez les Mammifères, beaucoup plus répandues qu'il n'apparaît à première vue. On en trouve en fait des exemples dans la plupart des ordres. Parmi les Marsupiaux, ce sont les curieux *Chironectes* (fig. 1) ou Opossums aquatiques, qui ressemblent en fait beaucoup plus à de petites Loutres qu'à toute autre chose; leur adaptation à la vie aquatique se manifeste par un pelage court et compact, des doigts palmés et des vibrisses tactiles très développées. Le régime de ces animaux est surtout composé d'animalcules d'eau douce, de crustacés en particulier. Comme toutes les espèces amphibies, les Chironectes dorment et mettent bas à terre dans des terriers dont les ouvertures sont situées au-dessous du niveau de l'eau.

Les Insectivores comptent également plusieurs formes amphibies. En Europe, chacun connaît la Crossope dont les adaptations à la vie aquatique sont cependant très discrètes. Plus curieuses encore sont les Crocidures aquatiques du Tibet (*Nectogale elegans*) qui ont de véritables pattes palmées, une oreille externe atrophiée, une queue frangée de poils et surtout d'extraordinaires tubercules en forme de disques adhésifs sur la plante de leurs pieds.

Les *Limnogales* de Madagascar vivent un peu à la manière de nos rats d'eau. Quant aux curieux *Potamogales* des ruisseaux forestiers de l'Afrique occidentale, ils ressemblent à de vraies loutres avec leur fourrure très dense et leur queue comprimée latéralement qu'ils emploient pour la nage. Eux aussi se nourrissent surtout de crabes et de crevettes d'eau douce.

1. *Le Monde des Mammifères*, par François Bourlière. 1 vol. 23 × 28, 222 p., nombreux dessins, 96 pl. en héliogravure, 16 hors texte en couleurs. Horizons de France, Paris, 1954. Prix, relié : 2 950 F.

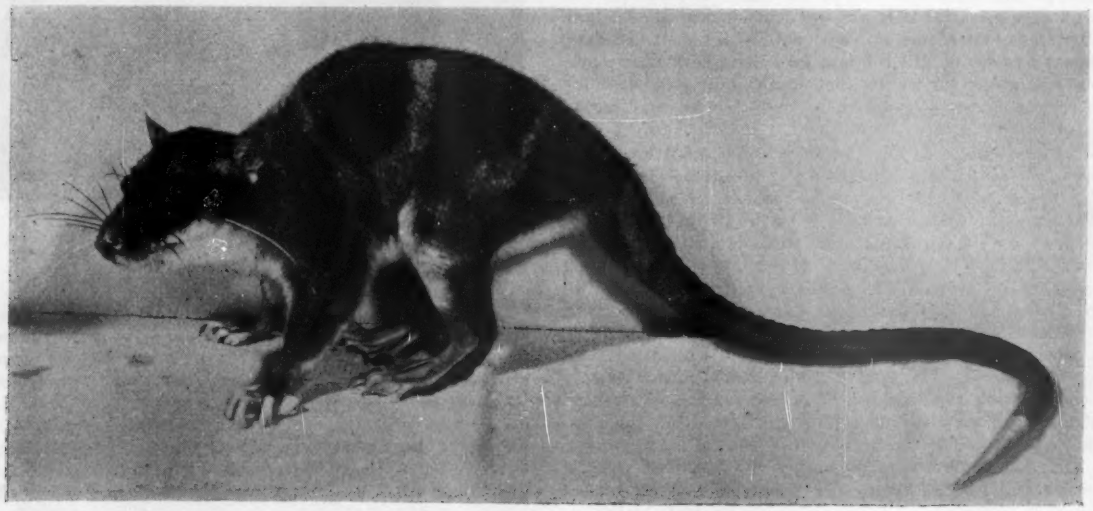


Fig. 1. — *Une loutre marsupiale des tropiques américains : le Chironecte.*
(Photo New-York Zoological Society).

Fig. 2. — *Loutre de mer nageant sur le dos.*
(Photo U. S. Fish and Wildlife Service).

Le grand groupe des Rongeurs renferme, quant à lui, un bon nombre d'espèces amphibies. Outre les castors et les rats musqués, citons seulement certains campagnols, les *Ichthyomys*, *Anotomys*, *Daptomys*, *Holochlus*, *Scapteromys* et *Nectomys* américains, les *Hydromys* d'Australie et le Ragondin (*Myocastor*), des régions tempérées de l'Amérique du Sud, récemment introduit par l'homme en Europe occidentale. Tous ces Rongeurs amphibies, qui passent parfois une bonne partie de la journée dans l'eau, se construisent néanmoins toujours des « nids » ou des terriers à terre dans lesquels ils dorment et se reproduisent.

Les Carnivores fissipèdes comprennent, quant à eux, tout un groupe dont l'adaptation à la vie aquatique a été extrêmement poussée : la sous-famille des Lutrinés ou loutres. Toutes les Loutres d'eau douce (*Lutra*, *Lutrogale*, *Amblonyx*, *Aonyx*) réparties sur tous les continents, à l'exception de l'Australie et de Madagascar, présentent un certain nombre de caractéristiques communes : corps allongé, queue puissante utilisée pour la nage, fourrure dense, vibrisses très développées, oreille externe réduite, palmures digitales bien nettes. Toutes creusent des terriers où elles mettent bas et allaitent leurs jeunes. Il s'en faut d'ailleurs que toutes leurs activités quotidiennes aient lieu dans l'élément liquide; on sait combien les loutres nord-américaines aiment à se glisser sur les rives boueuses et enneigées. Mentionnons cependant que pour certaines espèces du moins, l'accouplement aurait lieu dans l'eau.

La fameuse Loutre de mer (*Enhydra lutris*) a fait un pas de plus dans le sens d'une adaptation plus étroite à la vie aquatique. Diurne et sociable, cet animal vit dans les eaux côtières du Pacifique nord, des Kouriles à la Californie du sud. A l'inverse des loutres d'eau douce, cette espèce n'a pas de gîte fixe à terre; elle dort en pleine mer, généralement au milieu de bancs d'algues auxquels elle s'amarre parfois pour éviter la dérive; son mode de déplacement est également très particulier : elle se laisse flotter sur le dos (fig. 2), sauf quand elle doit nager rapidement. Le rapprochement des sexes a lieu dans l'eau, mais la mise bas paraît se faire généralement à terre; le jeune retourne rapidement à l'eau avec sa mère, se reposant et s'alimentant sur l'abdomen de celle-ci quand elle nage sur le dos. Si la mère doit plonger à la recherche de ses proies, elle laisse son jeune « faire le bouchon » à la surface pendant plusieurs minutes. Le régime des loutres de mer est surtout composé de mollusques, d'holoturies, d'oursins et de crabes.

Même chez les Ongulés artiodactyles, il existe de vraies espèces amphibies. On sait que le Situtounga ne s'écarte guère des cours d'eau et aime à se reposer dans l'élément liquide, laissant parfois seulement dépasser de l'eau sa tête. Cette intéressante antilope présente des sabots remarquablement allongés qui lui permettent de se déplacer facilement sans s'enfoncer au milieu des marécages qu'elle ne quitte guère.

Le Chevrotain aquatique africain (*Hyemoschus aquaticus*) ne se rencontre qu'au bord des cours d'eau de la grande forêt. Cette antilope semi-aquatique plonge à la moindre alerte et nage complètement immergée. Il semble bien qu'elle soit capable d'ajouter à son menu de graines, de fruits et de feuilles, du poisson et des insectes.

L'Hippopotame (*Hippopotamus amphibius*) est cependant beaucoup plus étroitement adapté à la vie aquatique que les autres Ongulés dont nous venons de parler. On peut presque dire qu'il est plus à l'aise dans l'eau qu'à terre. En effet, non seulement c'est dans l'élément aquatique qu'il se réfugie quand il est menacé, mais c'est également là qu'il s'accouple et met bas.

Pinnipèdes

Les adaptations à la vie aquatique des diverses formes dont nous venons de parler ne sont cependant que bien peu de chose à côté de celles dont font preuve les Pinnipèdes, les Siréniens et les Cétacés. Ces trois groupes, qui ne comportent plus aucune forme à vie strictement terrestre, ont résolu le problème de la vie dans l'élément liquide d'une façon parfois différente pour chacun des cas.

Fig. 3. — *Jeune phoque gris en premier pelage.*
(Photo R. Atkinson*).*

Les Pinnipèdes sont des Carnivores amphibies à corps plus ou moins fusiforme, à cou réduit et épais et à queue rudimentaire; leurs membres sont courts, en particulier le segment proximal; ces membres sont de plus transformés en rames et les postérieurs jouent le rôle de gouvernail. Le squelette de la main et du pied subit lui-même d'importantes modifications par rapport au schéma d'ensemble commun à tous les Mammifères terrestres. Les ongles et griffes sont rudimentaires, mais l'extrémité des doigts se prolonge par des lobes, à axe fibro-cartilagineux, qui soutiennent la palmure et augmentent la surface de la rame.

L'oreille externe des Pinnipèdes a subi une extrême réduc-

tion et un sphincter en ferme l'entrée lors de la plongée. Les narines, de leur côté, ont la forme d'une fente étroite. La peau du corps est recouverte de poils courts, sauf chez certaines Otaries qui conservent une bourre épaisse et qui sont, de ce fait recherchées par le commerce de la fourrure. La couche de graisse sous-cutanée atteint son maximum d'épaisseur chez les formes polaires et contribue à protéger du froid les organes internes. Fait important, le système circulatoire manifeste déjà d'indiscutables adaptations à la plongée : le cœur réduit considérablement le rythme de ses contractions dès que l'animal plonge, et une vasoconstriction périphérique intense réserve alors le maximum de sang oxygéné pour l'irrigation des organes particulièrement sensibles au manque d'oxygène. Il en résulte d'intéressantes possibilités de plongée. Alors qu'un rat blanc ne peut guère rester sous l'eau plus de 3 minutes et que le Chien ne dépasse pas 4 minutes et demie, l'Éléphant de mer (*Mirounga leonina*) peut rester submergé plus de 12 minutes, le Phoque gris (*Halichoerus grypus*) (fig. 3 et 4) et le *Phoca vitulina* peuvent plonger pendant un quart d'heure sans revenir à la surface.

Malgré les facilités considérables de vie dans le milieu aquatique que leur autorisent ces adaptations, les Pinnipèdes restent liés au milieu terrestre par les nécessités de la reproduction. A l'exception du Morse (*Odobenus*) (fig. 5 et couverture) qui ne se reproduit que tous les deux ans, tous sont aptes à se reproduire une fois l'an. L'accouplement a parfois été observé dans l'eau, mais s'effectue également à terre, ou sur la glace. Quant à la mise bas, elle a lieu, en règle, sur le rivage ou le pack. La gestation des Pinnipèdes est longue : de 10 mois à un an suivant les espèces, mais le jeune naît dans un état physiologique avancé, avec une bourre abondante qui tombe au bout de quelques semaines. La dentition de lait ne perce pas les gencives, ou bien tombe très tôt.

A l'exception du Phoque de Ross (*Ommatophoca rossi*) et du Léopard de mer (*Hydrurga leptonyx*), tous deux antarctiques, ainsi que du Phoque barbu (*Erignathus barbatus*) de l'hémisphère nord, tous les Pinnipèdes sont plus ou moins grégaires. Chez les otaries et les éléphants de mer, les vieux mâles forment sur les rivages, à l'époque du rut, des harems de femelles qu'ils défendent avec vigueur contre les tentatives de leurs jeunes concurrents. Les femelles sont couvertes aussitôt après la

Fig. 4. — *Phoques gris des côtes d'Écosse.*
Une mère allaite son petit ; un autre dort dans une flaque d'eau, au premier plan.
(*Photo* R. Atkinson).

Fig. 5. — *Morses du nord-est du Groenland.*
(*Photo* A. Pedersen).

Fig. 6. — *Lamantins de l'Amazone.*
(Photo New-York Zoological Society).

mise bas et, dès que les jeunes sont assez développés — ce qui est, en règle, rapidement fait — les deux sexes prennent de nouveau la mer. Chez les phoques gris, plusieurs mâles peuvent se succéder à la tête d'un même harem; chez les autres espèces, la promiscuité sexuelle semble de règle.

Siréniens

La biologie des Siréniens est malheureusement fort peu connue, et ceci est très regrettable car ces animaux offrent toute une série de particularités des plus intéressantes. Leur aspect extérieur est déjà bien caractéristique : tête massive aux nombreuses vibrisses, peau épaisse et nue, membres antérieurs formant des nageoires pectorales, membres postérieurs absents. La queue de l'animal est transformée en une véritable nageoire caudale en forme de palette horizontale, ou arrondie.

Les lamantins (fig. 6) vivent de nos jours dans les eaux douces ou côtières des tropiques américains et africains. D'une grande lenteur de mouvements, ils ont un régime strictement végétarien et des activités surtout nocturnes. Encore un peu plus aquatiques que les Pinnipèdes, les lamantins ne peuvent survivre longtemps à terre; de plus, ils mettent bas leurs jeunes dans l'eau et la mère est obligée de maintenir son petit émergé, sur son dos, pendant les trois quarts d'heure qui suivent la naissance. L'allaitement se fait également dans le milieu liquide.

Les adaptations respiratoires et circulatoires à la plongée des Siréniens ne paraissent cependant pas être beaucoup plus efficaces que celles des Pinnipèdes. Le Lamantin de Floride, par exemple, ne peut guère rester plus de 16 minutes en plongée.

Les dugongs, proches parents des lamantins, sont plus franchement marins et particuliers aux zones côtières de l'Océan Indien et de la Mer Rouge, jusqu'en Australie et aux Philippines. Ils se rencontrent surtout dans les « herbiers » de zostères et autres phanérogames marines.

Cétacés

Ce sont les Cétacés qui, de tous les Mammifères actuels, présentent les adaptations les plus efficaces à la vie aquatique. Ceci est tellement vrai que pendant longtemps, leur aspect pisciforme et le fait que venir à terre est pour eux un accident fatal, les ont fait considérer comme de vrais poissons. Linné lui-même, dans les premières éditions de son *Systema naturæ*, n'osait pas encore en faire de vrais Mammifères, bien que John Ray eût déjà souligné l'identité de leur mode respiratoire avec celui des quadrupèdes.

La convergence de la forme générale du corps des Cétacés avec celle des grands poissons pélagiques est en effet étonnante. Le corps est toujours plus ou moins fusiforme, la tête se continuant directement avec le thorax, du fait de la réduction du cou. Les membres antérieurs sont transformés en nageoires pectorales, sans trace extérieure de doigts. Les membres postérieurs font totalement défaut, bien que quelques rudiments squelettiques internes puissent persister chez les grandes espèces. La queue est devenue une nageoire caudale horizontale, mue par une musculature puissante; c'est elle, en effet, qui est l'organe propulseur essentiel de l'animal. Une nageoire dorsale dépourvue de squelette osseux, présente chez beaucoup d'espèces, achève la ressemblance avec les grands poissons pélagiques.

La peau est nue, à l'exception de quelques rares poils sur la tête, et une couche de lard pouvant parfois dépasser 25 cm d'épaisseur, assure un excellent isolement thermique des organes internes. Les orifices nasaux s'ouvrent sur le sommet de la tête et constituent l'évent. Les oreilles n'ont pas de pavillon et les mamelles ne font plus saillie hors du corps de l'animal mais sont contenues dans une poche mammaire, unique ou double, qui s'ouvre en avant de la vulve. Chaque mamelle est revêtue d'un muscle compresseur qui, en se contractant, chasse violemment le lait dans la bouche du jeune. La tétée, qui serait d'ailleurs difficile du fait de l'absence de lèvres molles permettant la succion, est ainsi remplacée par un véritable gavage ultra-rapide (fig. 7).

L'étude de l'anatomie interne des Cétacés révèle toute une série de modifications curieuses, très probablement corrélatives du mode de vie aquatique. La boîte crânienne est reportée vers l'arrière, et le museau est très développé. L'os pétrotympanique forme une bulle osseuse, facilement séparée du crâne. Les dents, toutes semblables, n'existent plus que chez les Odontocètes (cachalots, dauphins, etc.) ou Cétacés à dents; chez les Mysticètes (baleines vraies), elles sont remplacées par des fanons dont l'ensemble forme un dispositif filtrant retenant le plancton dont se nourrissent ces animaux. Le cerveau est remarquable par l'atrophie du lobe olfactif et le plissement accentué des hémisphères; les centres acoustiques s'y révèlent prépondérants. L'œil est fortement myope à l'air, mais mieux adapté à la vision sous l'eau; immobile dans l'orbite, sa taille diminue au fur et à mesure que celle du Cétacé augmente. La conjonctive est protégée lors de la plongée par une sécrétion huileuse produite par des glandes lacrymales modifiées. L'oreille interne subit des modifications importantes, en rapport probablement avec la perception des vibrations sonores et ultra-sonores dont nous reparlerons plus loin.

Les Cétacés sont capables d'effectuer des plongées beaucoup

Fig. 7. — *L'allaitement d'un jeune dauphin.*
Le photographe a saisi le moment où la mère, inclinée sur le côté, projette rapidement dans la bouche de son petit le contenu d'une mamelle.
(*Photo Marine Studios*, Marineland).

plus longues et beaucoup plus profondes que tous les autres Mammifères actuellement vivants. On a noté des durées maximum de plongée de 30 minutes chez le Rorqual commun (*Balaenoptera physalus*), de 49 minutes chez le Rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*), de 75 minutes chez le Cachalot (*Physeter macrocephalus*), de 80 minutes chez la Baleine boréale (*Balaena mysticetus*), et même de 120 minutes chez la Baleine à bec (*Hyperoodon rostratus*).

Par ailleurs, les Cétacés sont capables d'atteindre des profondeurs considérables. On estime en effet actuellement, d'après les travaux de Scholander et de Laurie, que le Rorqual commun plonge à des profondeurs variant de 80 à 350 m, alors que les cachalots approchent même probablement des 1 000 m.

Par quel mécanisme des Vertébrés à respiration aérienne peuvent-ils bien supporter des anoxies aussi prolongées et remonter, sans présenter d'embolie gazeuse, de profondeurs aussi grandes ? Ce n'est guère que depuis quinze ans que des recherches de physiologistes tels qu'Irving et Scholander, ont commencé à apporter à ce curieux problème des solutions satisfaisantes.

Tout d'abord quelques constatations négatives. La résistance à l'anoxie des Mammifères plongeurs n'est pas due à un poumon plus vaste, donc contenant plus d'air que celui des formes terrestres; chez l'Homme, le volume pulmonaire est même supérieur du double à celui des baleines. Remarquons en passant qu'un trop grand développement des poumons gênerait plutôt la plongée. Enfin, le pouvoir oxyphorique du sang est très voisin, chez le Rorqual bleu et chez les dauphins, de ce qu'il est chez l'Homme et le Chien.

Par contre, à chaque inspiration, les Cétacés renouvellent plus complètement que les espèces terrestres l'air contenu dans leurs poumons : 90 pour 100 chez les grosses Baleines contre 15 à 20 pour 100 chez l'Homme. De plus, le centre respiratoire des baleines et des marsouins est remarquablement peu sensible à l'augmentation du taux de l'anhydride carbonique dans le sang. Ces deux premières adaptations tendent donc, d'une part à augmenter la quantité d'oxygène disponible au début de la plongée, et d'autre part à réduire le rôle excitant du gaz carbonique sur le centre respiratoire.

Mais il y a mieux. Plusieurs adaptations physiologiques permettent aux Cétacés d'économiser l'oxygène emmagasiné au départ et d'en restreindre l'emploi aux activités vitales les plus essentielles. Irving, Scholander, Grinell sont parvenus à enregistrer l'électrocardiogramme d'animaux plongeant en semi-liberté et ils ont constaté à chaque plongée, chez l'espèce *Tursiops truncatus*, un ralentissement du cœur de l'ordre de 50 pour 100. Par ailleurs, si la pression reste normale dans les grosses artères, elle tombe rapidement au niveau de la pression veineuse avec complète disparition du pouls au niveau des petites artères, alors que la circulation cérébrale reste normale.

Fig. 8. — *Le saut d'un grand mégaptère sur les côtes du Pérou.*
(*Photo* R. Turner).

Par quel procédé les Cétacés plongeurs peuvent-ils éviter la maladie des scaphandriers ? On sait que l'un des plus gros dangers de la plongée chez l'Homme est la production fréquente, lors de la remontée, d'embolies gazeuses pouvant entraîner des accidents graves, voire mortels. Ce phénomène s'explique de la façon suivante : pendant la descente, la pression augmente avec la profondeur et le sang se charge au passage dans les capillaires pulmonaires d'une quantité d'azote dissous d'autant plus grande que la pression est plus forte; le sang va céder ensuite cet azote aux divers tissus. Si la remontée est trop rapide, l'azote qui ne peut plus rester dissous, va se dégager sous forme de bulles gazeuses qui vont donner des troubles plus ou moins sérieux. On a pensé pendant un certain temps qu'il existait dans le sang des Baleines un microorganisme capable d'utiliser cet azote dissous dans le plasma. On a pu démontrer par la suite qu'il n'en était rien et les choses semblent en fait se passer beaucoup plus simplement. D'une part, le Cétacé ne vit pas comme le scaphandrier dans un air constamment renouvelé; il n'emporte dans son poumon qu'une quantité d'azote limitée. Par ailleurs, lors de la plongée, la pression de l'eau sur les flancs de l'animal comprime les alvéoles pulmonaires et refoule la plus grande partie des gaz non fixés par les globules rouges dans les bronches, la trachée ou les cavités nasales; la dissolution de l'azote dans le plasma en est ainsi ralentie d'autant. Enfin, la tachycardie qui accompagne le retour en surface facilite l'élimination de l'azote dissous.

Tous ces facteurs tendent à réduire la probabilité et le danger d'embolies gazeuses graves, sans toutefois exclure complètement ce type d'accident. Il est donc probable que les Cétacés doivent, quand ils plongent à de grandes profondeurs, se soumettre instinctivement à la règle de la remontée lente et progressive.

Un des résultats les plus curieux des recherches récentes sur la plongée des Cétacés a été de montrer, au moins chez les Cétacés à dents (Odontocètes), la probabilité de l'existence de dispositifs d'émission et de réception de signaux ultrasonores très certainement utilisés comme moyen d'intercommunication et servant peut-être aussi de dispositifs de sondage par ultrasons. Des recherches de Mac Bride et Hebb avaient déjà montré que le Dauphin (*Tursiops truncatus*) émettait sous l'eau trois types de sons audibles : un claquement de mâchoire, un sifflement et un aboiement. Des travaux tout récents de Kellogg et de ses collaborateurs ont montré depuis que ces sons dépassent largement le seuil des fréquences audibles par l'Homme (20 kilocycles). Grâce à des microphones sous-marins capables de détecter des vibrations allant jusqu'à 200 kilocycles, ils ont mis en évidence, chez ce même *Tursiops truncatus*, l'émisison d'ultrasons très variés, en particulier de « clicks » répétés à une cadence rapide (de 5 à 100 par seconde) et d'une fréquence oscillant généralement entre 20 et 100 kilocycles. Ces clicks sont émis d'une façon continue quand les dauphins se déplacent lentement ou rapidement, et il a été démontré que les échos de ces ultrasons sont probablement perçus par l'animal. En effet, le seuil supérieur des perceptions sonores du *Tursiops truncatus* va jusqu'à 80 kilocycles.

La reproduction des Cétacés, dont tous les temps ont lieu sous l'eau, présente de ce fait certaines particularités. La rencontre des sexes s'accompagne parfois de manifestations spectaculaires, telles que les sauts hors de l'eau des mégaptères (fig. 8), La gestation dure de huit à neuf mois chez les petites espèces, à onze mois-un an chez les grandes baleines. La parturition est courte et les jeunes doivent venir respirer à la surface dans les premières secondes suivant leur naissance. Ces nouveau-nés (généralement uniques) sont remarquables par leur taille et leur maturité physiologique; un Rorqual bleu, à sa naissance, mesure en effet 6 à 7 m de long et pèse environ 2 t. L'allaitement se prolonge pendant plusieurs mois et la richesse du lait maternel en éléments minéraux, en protéines et en graisses va de pair avec une croissance extrêmement rapide. Il est vrai qu'une femelle de Rorqual bleu en donne environ 90 kg par jour à son petit !

Le régime des Cétacés est très variable. Les grands rorquals et mégaptères se nourrissent surtout de sortes de grosses crevettes planctoniques, les *Euphausia*, dont ils peuvent ingurgiter des quantités énormes (on en a trouvé plus d'une tonne dans l'estomac d'un seul Rorqual bleu !). Les mégaptères y ajoutent souvent des poissons. Les orques sont carnivores et s'attaquent aux manchots et aux phoques, aussi bien qu'aux dauphins. Les cachalots (*Physeter*) se nourrissent presque exclusivement de mollusques céphalopodes, et accessoirement de poissons. L'extraordinaire Narval (*Monodon*), dont les mâles présentent au bout du museau une longue défense rectiligne tordue sur elle-même et pouvant dépasser 2 m de long, vit surtout de poissons, d'holoturies et de seiches.

La plupart des Cétacés sont grégaires et beaucoup effectuent des déplacements réguliers, véritables migrations. La presque totalité des espèces sont strictement marines et beaucoup ont une très large répartition. Quelques Odontocètes cependant vivent en eaux douces; c'est le cas par exemple du Dauphin du Gange (*Platanista gangetica*), du Dauphin de l'Amazone et de l'Orénoque (*Inia geoffroyensis*), du *Lipotes vexillifer* particulier à certains lacs du moyen Yang-Tsé et du Dauphin de la Plata (*Stenodelphis blainvillei*). Les *Sotalia* pénètrent aussi parfois en eaux douces.

On voit à quel point la biologie des Cétacés est riche en faits étranges et en adaptations de tous ordres au milieu aquatique. Il faut espérer que les recherches actuellement poursuivies dans de nombreux laboratoires permettront d'analyser encore plus finement leur mécanisme.

François Bourlière.

PILE ATOMIQUE MINIATURE

La revue *Mesures* a signalé la mise au point, par la Radio Corporation of America, d'une « pile atomique de poche » particulièrement indiquée pour l'alimentation de montages amplificateurs à transistors. Ce réacteur nucléaire en miniature est constitué par une mince couche d'une substance radioactive (strontium 90) en contact avec un disque de cristal semi-conducteur (germanium ou silicium) comportant une impureté qui forme une jonction analogue à celle d'un transistor, mais d'une aire plus importante ($\sim$ 30 mm^2).

Le bombardement de plusieurs billions d'électrons par seconde provenant du strontium radioactif (environ 1/300 cm^3) provoque la libération d'électrons secondaires à faible vitesse (multiplication de l'ordre de 200 000); en traversant la jonction, ces électrons secondaires produisent une tension de l'ordre de 0,2 V; le courant débité peut atteindre 5 μA, soit une puissance de 10^{-6} W. Le rendement de conversion énergétique qui est actuellement d'environ 1 pour 100, devrait pouvoir être porté aux alentours de 10 pour 100.

On considère que la réalisation de cette pile après industrialisation définitive peut transformer profondément la technique des appareils de mesure nécessitant l'utilisation de sources de tension à longue durée.

Les détergents de synthèse

Comme nous l'avons annoncé, un premier Congrès mondial de la Détergence s'est ouvert à Paris le 30 août, réunissant pour cinq jours à la Sorbonne tous les spécialistes de cet important domaine scientifique et technique. Il était intéressant de dresser, à cette occasion, un tableau des détergents, couramment utilisés mais en général peu connus. C'est ce qu'a bien voulu faire pour nos lecteurs M. C. Paquot, agrégé de l'Université, maître de recherches au C. N. R. S., qui dirige depuis une dizaine d'années le Laboratoire général des corps gras à Bellevue, dont les travaux font autorité à l'étranger comme en France.

★

Le savon est un produit connu depuis fort longtemps puisque les fouilles de Pompéi ont permis de savoir qu'il existait déjà il y a 2 000 ans. Toutefois ce n'est que vers le XVe siècle qu'il fut utilisé à une certaine échelle dans l'industrie pour le dégommage de la soie.

Progressivement et jusqu'au XXe siècle, le savon a vu ses usages se développer, tant dans le domaine ménager que dans l'industrie, et surtout l'industrie textile. Ces usages étaient devenus fort importants et rien n'existait qui pût le remplacer.

Les timides essais de produits de remplacement, ou de produits ayant des propriétés accrues, ont été effectués dans le premier quart du XXe siècle, mais ce n'est que vers 1930 qu'apparurent avec une certaine diffusion industrielle, deux produits, le Gardinol en Allemagne et le Dreft aux États-Unis, qui étaient des sulfates d'alcools gras.

Jusqu'en 1935, les progrès furent minimes et les produits synthétiques n'eurent qu'une faible diffusion, mais après cette date et surtout après 1938, une véritable révolution s'est accomplie : aussi bien en Allemagne qu'aux États-Unis une nouvelle industrie de plus en plus florissante a pris son essor, et actuellement c'est par milliers que se trouvent sur le marché les marques commerciales de tels produits.

En même temps, le tonnage des produits synthétiques fabriqués n'a cessé de croître, alors que celui du savon est en décroissance. Ainsi aux États-Unis la production annuelle des détergents synthétiques depuis 1929 est donnée dans le tableau suivant :

Années	Production des U. S. A. en tonnes	Années	Production des U. S. A. en tonnes
1929 . . .	13 000	1949 . . .	500 000
1939. . . .	30 000	1950. . . .	300 000
1944. . . .	70 000	1951. . . .	725 000
1947. . . .	128 000	1953. . . .	855 000

Par contre, toujours aux États-Unis, la production de savon a baissé pendant la même période de 1 750 000 t en 1947 à 1 150 000 t en 1951 et à 750 000 t en 1953. Cette baisse continue puisque depuis 1952 le tonnage des produits synthétiques dépasse légèrement celui du savon. Les prévisions, en supposant que la production se développe de façon analogue, conduisent à 1 000 000 t en 1955 et 1 250 000 t en 1960.

La production française des détergents de synthèse est, elle aussi, relativement importante puisque en 1951 elle a atteint 15 000 t, comptées en produit actif pur.

Pour tous ces produits la désignation est actuellement controversée. En effet, on parle souvent de *détergents synthétiques* par opposition aux savons, mais les savons eux-mêmes, ne se trouvant pas dans la nature et se préparant par une réaction chimique, sont déjà des produits synthétiques. On parle aussi de *savons sans savon*, de *saponides*, d'*agents superficiellement actifs* ou, dans les pays de langue anglaise, de *surfactants* ou *syndets*. Nous avons gardé pour la présente étude le terme de *détergents de synthèse* qui, bien que prêtant à critique, est le plus souvent employé. Il faut toutefois faire ici une distinction entre les deux termes de « détergent » et de « détersif » : le détergent est le composé chimique ayant des propriétés tensioactives, le détersif est le mélange complexe trouvé dans le commerce et contenant, outre le détergent, un certain nombre d'autres constituants dont nous parlerons.

Le savon. — Le classique morceau de savon de Marseille est, rappelons-le, obtenu par saponification des huiles et graisses (triglycérides); c'est le sel de sodium d'un mélange d'acides gras aliphatiques à chaîne droite : $R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-Na$, de C_{12} à C_{18} pour les acides saturés et en C_{18} pour les acides éthyléniques (oléique à une double liaison et linoléique à deux doubles liaisons).

On sait que la forme allongée d'une telle molécule, comportant une extrémité hydrosoluble et une longue chaîne hydrophobe, est responsable de la plupart des propriétés des savons, en particulier des propriétés superficielles et tensioactives, et explique la formation des couches minces orientées aux interfaces et des micelles à l'intérieur des solutions. Nous n'insisterons pas sur ces propriétés bien qu'elles soient particulièrement intéressantes.

En pratique, le savon est un produit détergent, moussant, mouillant, émulsionnant, relativement bon, mais non parfait. D'autre part, tout le monde connaît l'un de ses gros inconvénients : en « eau dure », c'est-à-dire trop calcaire, il se transforme en savon de calcium insoluble qui précipite; il y a là, outre la disparition de la quantité de savon de sodium nécessaire pour former le savon de calcium et par suite perdue pour son usage normal, la formation d'un composé insoluble souvent gênante pour les emplois.

Les détergents de synthèse ont vu le jour pour plusieurs raisons : il fallait trouver des produits plus actifs que le savon pour certains usages particuliers et des produits insensibles aux eaux dures. D'autre part, les savons contiennent un poids élevé de matière grasse (dire que le savon de Marseille est à 72 pour 100 d'huile veut dire qu'il faut 72 g d'huile pour faire 100 g de savon); aussi, pendant la première guerre mondiale, étant donné leur pénurie de corps gras, les Allemands se sont-ils efforcés de préparer des produits ayant les mêmes propriétés que le savon, mais utilisant moins de matières grasses pour leur fabrication; pendant la seconde guerre mondiale le même problème s'est retrouvé pour tous les belligérants. Et c'est pourquoi en particulier on a mis en outre au point de nombreux produits dérivés du pétrole.

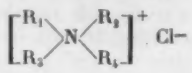
Classification des détergents synthétiques. — Les détergents de synthèse, pour avoir des propriétés analogues à celles des savons, devront avoir une constitution voisine, à savoir un groupement hydrophile et une longue chaîne hydrophobe. De nombreux composés répondent à ces exigences, ce qui explique le grand nombre de corps essayés et utilisés. Dans un ouvrage paru en 1949, J. P. Sisley décrit 3 000 produits commerciaux, tandis que dans un complément paru en 1954 il en décrit 3 000 autres. Une classification s'impose donc. Elle est basée sur la nature du groupement hydrophile.

Il y a, à ce point de vue, trois grandes catégories de corps :

1) *Les produits à anion actif.* — Le savon $R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-Na$ mis en solution aqueuse s'ionise en $\left[R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O\right]^-$ et Na^+, et

la partie active de la molécule est l'anion organique. Une grande partie des détergents de synthèse s'ionise en solution de façon analogue : un anion organique de poids moléculaire assez élevé et un cation la plupart du temps métallique, en général sodium, et quelquefois organique de faible poids moléculaire (éthanolammonium).

2) *Les produits à cation actif.* — Dans certains composés au contraire, la partie organique de la molécule se trouve dans le cation sous forme d'ion ammonium quaternaire, l'anion étant l'ion chlorure ou sulfate. La structure de ces corps peut se schématiser de la façon suivante :



3) *Les produits sans ion actif.* — Ces composés ne s'ionisent pas en solution, et leur solubilité est obtenue par une chaîne polyéthenoxy (obtenue par polymérisation de l'oxyde d'éthylène). Ils sont du type général $R-O-(CH_2-CH_2-O)_n-H$.

A l'intérieur de ces trois grandes classes on fait des subdivisions sur lesquelles nous n'insisterons pas.

Dans la catégorie des produits à anion actif, la majorité des composés sont dérivés de l'acide sulfurique, soit sulfate $R-O-SO_2-ONa$, soit sulfonates $R-SO_2-ONa$, selon que la chaîne organique est liée à l'atome de soufre par l'intermédiaire d'un atome d'oxygène ou directement.

Étude de quelques détergents de synthèse. — Sans avoir la prétention ni la possibilité de citer tous les détergents de synthèse fabriqués industriellement, nous en décrirons quelques-uns parmi les principaux.

Alcools gras sulfatés. — Les alcools gras sulfatés, ou sulfates d'alcools gras, appelés souvent improprement alcools gras sulfonés, ont pour formule générale $R-O-SO_2-ONa$.

La réduction des triglycérides, ou celle des esters méthyliques, éthyliques, butyliques d'acides gras conduit à l'obtention des alcools gras :

$$R-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-OH + 2H_2 \rightarrow R-CH_2OH + H_2O$$

Cette réduction peut s'effectuer, soit en appliquant la réaction de Bouveault (par le sodium et l'alcool) et une firme française a réussi le tour de force de rendre cette réaction continue à l'échelle industrielle, soit en opérant à haute température (250°-300°), sous forte pression (200-300 kg/cm²) et en présence de catalyseurs du type chromite de cuivre.

Les corps gras les plus utilisés dans ce but sont : pour les produits ménagers et cosmétiques, les huiles de coprah et de palmiste parce que riches en acide laurique (C_{12}); pour les produits destinés à l'industrie textile ceux conduisant aux alcools cétylique (C_{16}) et oléylique (C_{18} éthylénique) tels que le blanc de baleine.

Une fois les alcools obtenus, on traite ceux-ci par l'acide sulfurique concentré de façon à « sulfoner », en fait à sulfater, puis on neutralise par une base, soude, carbonate de sodium, triéthanolamine, etc. :

$$R-CH_2OH + SO_4H_2 \rightarrow R-CH_2-O-SO_2-OH + H_2O$$

$$R-CH_2-O-SO_2-OH + NaOH \rightarrow R-CH_2-O-SO_2-ONa + H_2O$$

Ces opérations sont toujours effectuées à basse température (30° au maximum).

Comme il a été nécessaire d'utiliser un gros excès d'acide sulfurique pour effectuer la sulfatation (par exemple 70 kg d'acide sulfurique $d = 1,84$ pour 100 kg d'alcool oléo-cétylique), on obtient toujours, à côté des produits cherchés, une quantité notable de sulfate de sodium que certaines techniques industrielles permettent de séparer lorsque cela est utile.

Les alcools gras sulfatés, produits relativement chers, ont d'excellentes propriétés détergentes, principalement pour la laine; ceux dérivés de l'alcool laurique sont souvent utilisés comme base dans les shampoings, alors que ceux dérivés de l'alcool oléo-cétylique le sont dans les industries textiles.

En 1951, en France, on a préparé environ 3 000 t d'alcools gras sulfatés, comptés en produit pur.

Sulfates d'oxyéthylamide. — Appelés à tort et couramment amides gras sulfonés, ou A. G. S., ces corps ont pour formule générale :

$$R-CO-NH-CH_2-CH_2-O-SO_2-ONa.$$

Leur préparation comporte le cycle des opérations suivantes :

— obtention des acides gras $R-CO-OH$ à partir des huiles;

— réaction de ces acides gras sur la monoéthanolamine (préparée par réaction de l'ammoniac sur l'oxyde d'éthylène) vers 180° et sous vide :

$$R-CO-OH + NH_2-CH_2-CH_2OH \rightarrow R-CO-NH-CH_2-CH_2OH + H_2O;$$

— sulfatation du corps obtenu (à fonction alcool), puis neutralisation :

$$R-CO-NH-CH_2-CH_2OH \rightarrow R-CO-NH-CH_2-CH_2-O-SO_2-OH \rightarrow R-CO-NH-CH_2-CH_2-O-SO_2-ONa.$$

Ces composés ont eu une grande vogue pendant les années de guerre car ils permettaient d'utiliser peu de matières grasses dans les lessives : une poudre de savon contient jusqu'à 80 pour 100 d'acides gras, une lessive au savon en contient 40 pour 100, les lessives à base d'A. G. S. en contenaient 4 pour 100. Cette vogue est maintenant bien diminuée car il est possible de fabriquer des produits meilleurs. En 1951, en France, on a préparé environ 4 000 t d'A. G. S. à 20 pour 100 de produit actif.

Igepon A et T. — Mis au point en 1930 et 1931 par l'I. G. Farben-industrie, ces produits sont obtenus par condensation du chlorure de l'acide oléique, respectivement avec l'iséthionate de sodium et la méthyltaurine. On a ainsi, pour l'Igepon A :

$$C_{17}H_{33}CO-Cl + HOCH_2-CH_2-SO_3Na \rightarrow HCl + C_{17}H_{33}-CO-O-CH_2-CH_2-SO_3Na$$

et pour l'Igepon T :

$$C_{17}H_{33}-CO-Cl + N(CH_3)-CH_2-CH_2-SO_3Na \rightarrow HCl + C_{17}H_{33}-CO-N(CH_3)-CH_2-CH_2-SO_3Na$$

Cette dernière réaction s'effectue en présence de soude, selon la technique de Schotten-Baumann.

Ces produits sont parmi les premiers à avoir eu une importance industrielle; ils sont encore utilisés dans divers emplois pour les textiles, grâce à leur bon pouvoir détergent et leur grande résistance aux eaux calcaires.

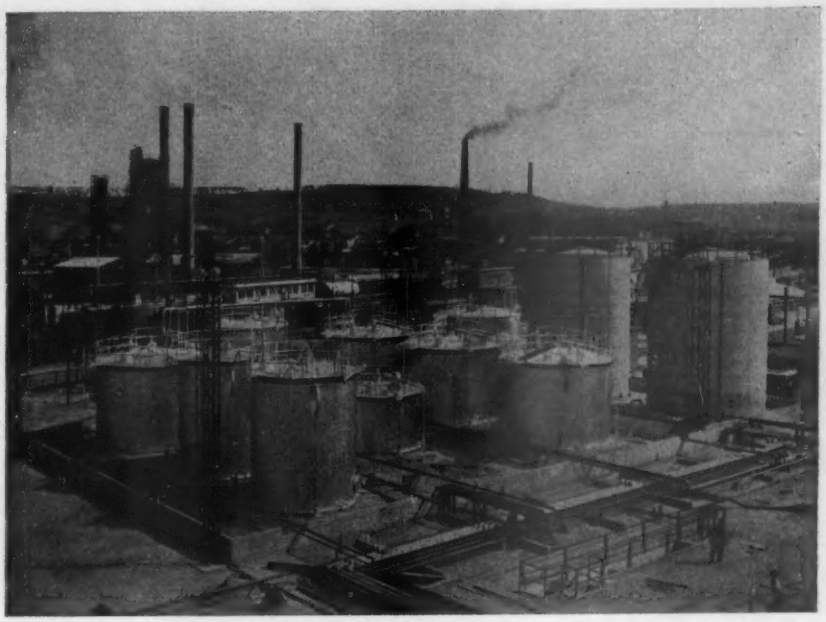


Fig. 1. — *Vue d'ensemble de l'usine de Teepol au Petit-Couronne (Seine-Inférieure).*

On voit au premier plan l'ensemble des réservoirs de stockage des produits servant à la fabrication du Teepol et des produits finis.

(*Photo Shell-Saint-Gobain*).

Alkylarylsulfonates. — Sous ce nom assez général, on désigne des produits assez différents, mais ayant tous le même caractère commun : noyau mono ou polyaromatique sur lequel sont fixés, d'une part une ou plusieurs chaînes aliphatiques, d'autre part un groupement sulfonique, c'est-à-dire ayant la formule schématique $R - Ar - SO_3Na$.

Les modes de synthèse de ces composés peuvent se ramener à trois :

1) On fait réagir simultanément sur un hydrocarbure aromatique (benzène et plus souvent naphtalène) un alcool aliphatique de poids moléculaire faible (alcool butylique par exemple) et de l'acide sulfurique : il y a à la fois fixation d'une ou plusieurs chaînes aliphatiques et sulfonation du noyau, on neutralise ensuite. Ainsi le Nekal BX est un mélange de di-butyl et di-isopropyl naphtalène sulfonate de sodium. De tels produits ont en général un pouvoir mouillant et un pouvoir moussant très élevés.

2) A partir d'un hydrocarbure aliphatique saturé ou non, on prépare un dérivé chloré; on condense celui-ci sur un composé benzénique ou naphtalénique par action du chlorure d'aluminium (réaction de Friedel et Crafts); enfin on sulfone le produit obtenu, puis on neutralise. La chaîne aliphatique ainsi fixée a souvent de 7 à 10 atomes de carbone si on la fixe sur le naphtalène, de 12 à 15 atomes de carbone si on la fixe sur le benzène ou le toluène.

3) On part d'un hydrocarbure éthylénique (souvent polymère du propylène) et on fixe celui-ci sur le noyau aromatique directement en présence d'un catalyseur, acide sulfurique ou acide fluorhydrique; on sulfone ensuite, puis on neutralise.

Ces deux dernières préparations conduisent en général à des composés voisins; l'un des plus courants est le dodécylbenzènesulfonate de sodium.

Comme on sulfone toujours avec un excès notable d'acide sulfurique, le produit final contient, à côté de l'alkylarylsulfonate de sodium cherché, une quantité appréciable de sulfate de sodium. Pour certains usages, celui-ci est nuisible; on est alors amené à effectuer une séparation des deux constituants et celle-ci se fait après sulfonation et avant neutralisation, car dans des limites assez étroites de concentration en eau, l'acide sulfurique en excès et l'acide alkylarylsulfonique décantent et se séparent en deux couches. Les composés de cette catégorie sont maintenant très utilisés, en particulier dans les produits de lavage ménager, car ils ont un pouvoir détergent très bon et donnent une forte mousse. Ainsi en France, en 1951, on a fabriqué 10 000 t d'alkylarylsulfonate contenant en moyenne 30 pour 100 de produit actif.

Le Teepol. — Lancé il y a quelques années par la Shell, le Teepol est préparé à partir d'une fraction judicieusement choisie dans la distillation des pétroles. Celle-ci, par cracking, conduit en particulier à des carbures éthyléniques. Ceux-ci sont directement traités par l'acide sulfurique de façon à obtenir simultanément l'hydratation de la double liaison et la sulfatation de l'alcool obtenu. Après neutralisation on obtient des sulfates d'alcools secondaires (alors que les alcools gras sulfatés, cités précédemment, sont dérivés d'alcools primaires). La réaction se représente schématiquement ainsi :

$$R - CH = CH - R' + SO_4H_2 \rightarrow R - \underset{\underset{\underset{SO_2 - OH}{|}}{O}}{\underset{|}{CH}} - CH_2 - R'$$

Comme précédemment, on est amené à éliminer la plus grande partie de l'acide sulfurique en excès, de façon à obtenir un produit contenant peu de sulfate de sodium.

La production de Teepol est devenue très importante; ainsi en France, une seule usine, située à Petit-Couronne, près de Rouen, fabrique annuellement 25 000 t de produit à 20 pour 100 de matière active. Les figures 1 et 2 donnent des vues extérieures de cette usine et en montrent l'importance.

Produits à cations actifs. — Ils sont industriellement beaucoup moins importants que tous les produits précédents. Ainsi en 1951, en France, on en a fabriqué environ 120 t. Ils sont utilisés surtout dans l'industrie textile (les sapamines en particulier), et pour leurs propriétés bactéricides jointes aux propriétés de lavage (pour les laiteries principalement).

A titre d'exemple je n'indiquerai que la formule du Zéphirol, le chlorure de diméthyl-benzyl-dodécyl-ammonium, obtenu par action du chlorure de benzyle sur la diméthyl-dodécylamine :

$$\left[\begin{matrix} C_6H_5 - CH_2 \\ C_{12}H_{25} \end{matrix} \!\!> N <\!\!\! \begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \right] Cl$$

Produits sans ion actif. — Ils ont en général des propriétés particulièrement intéressantes, aussi bien pour leurs applica-

Fig. 2. — *Vue de nuit de l'usine de Teepol au Petit-Couronne.*

Devant le bâtiment de fabrication, les trois grandes colonnes de fractionnement destinées à épurer les produits de la réaction de sulfonation et à éliminer les impuretés ; à gauche, les réservoirs de stockage.

(*Photo Shell-Saint-Gobain*).

tions dans l'industrie textile que pour leurs emplois dans les produits ménagers, en particulier le lavage de la laine; mais étant dérivés de l'oxyde d'éthylène, ils sont malheureusement assez chers.

De façon générale, ces corps sont préparés par condensation d'un certain nombre de molécules d'oxyde d'éthylène sur un composé ayant un groupement — OH :

$$R_1 - OH + n \left(\begin{matrix} CH_2 - CH_2 \\ \diagdown O \diagup \end{matrix} \right) \rightarrow R_1 - (O - CH_2 - CH_2)_n - OH$$

Le composé $R_1 - OH$ est selon les cas un alcool gras $R - CH_2 - OH$, un acide gras $R - CO - OH$, un phénol $Ar - OH$. En outre, le nombre n de molécules d'oxyde d'éthylène entrant en réaction varie de 4 à 25 environ selon le produit final désiré.

Applications des détergents de synthèse ; lessives ménagères. — Les applications des détergents de synthèse sont fort nombreuses et sont liées à chacune de leurs principales propriétés : pouvoir détergent, pouvoir moussant, pouvoir mouillant, pouvoir émulsionnant. On trouve ceux-ci aussi bien à la base des produits ménagers de lavage et des produits cosmétiques que dans toutes les opérations textiles (depuis le traitement des fibres naturelles ou synthétiques jusqu'aux opérations de teinture), les industries du cuir, les produits d'entretien, les industries utilisant la flottation [1] ou les émulsions (depuis les émulsions routières jusqu'aux émulsions alimentaires comme les *shortenings* américains), les industries du caoutchouc, l'agriculture (soit comme agents de lavage bactéricides, soit comme mouillants dans les insecticides et fongicides), ...

Il serait fastidieux de décrire toutes ces applications. Nous nous bornerons à donner quelques indications sur les lessives ménagères. A l'heure actuelle on peut distinguer dans le commerce les produits pour la lessive et le lavage du coton, ceux destinés aux lavages délicats comme celui de la laine, ceux destinés aux gros usages ménagers (carrelages, etc.) et enfin les produits à tous usages.

La composition de ces divers produits diffère. En effet, la laine est une fibre délicate, très sensible aux milieux alcalins surtout à chaud; donc les produits pour laine seront à réaction neutre, ou à la rigueur très faiblement alcaline, et ils devront laver à une température modérée (40° environ). Par contre le coton est lavé en lessiveuse à l'ébullition et en général en milieu nettement alcalin (carbonate de sodium).

La nature des produits détergents entrant dans ces divers détersifs n'est pas toujours la même : un produit pour laine contient souvent un alcool gras sulfaté, ou un produit sans ion actif, ou certains alkylarylsulfonates ou du Teepol: un produit pour coton, après avoir été presque toujours à base d'amides gras sulfates, contient maintenant souvent des alkylarylsulfonates et parfois des alcools gras sulfatés; les produits pour usages ménagers sont à base d'alkylarylsulfonates ou de Teepol; les produits à tous usages contiennent souvent un mélange de produits actifs.

Mais dans un détersif se trouvent bien d'autres constituants, et d'abord du sulfate de sodium provenant du détergent, ou ajouté intentionnellement; les produits pour coton contiennent du carbonate de sodium souvent hydraté et, dans un certain nombre de cas, du perborate de sodium dans le but d'éliminer par oxydation les taches de vin ou de fruits (et on stabilise par addition d'un peu de silicate de sodium); on y ajoute encore dans certains cas de la carboxyméthylcellulose destinée à empêcher la redéposition sur le tissu de la crasse enlevée, un agent fluorescent, véritable colorant blanc, donnant au linge un aspect blanc bleuté. Dans les produits pour laine, ou à tous usages, on trouve dans presque tous les cas des sels dérivés de l'acide phosphorique, phosphates di- ou trisodiques parfois, souvent polyphosphates; on trouve aussi des produits divers destinés par exemple à stabiliser la mousse ou à améliorer le pouvoir détergent. Des études précises ont en effet été effectuées, qui ont montré que l'addition de certains corps, soit minéraux comme les polyphosphates, soit organiques comme la carboxyméthylcellulose, augmentait les propriétés actives et en particulier le pouvoir détergent, mais à condition de les utiliser à des doses judicieusement choisies.

Un problème un peu particulier est actuellement celui des produits pour machines à laver. En effet, dans celles-ci une mousse trop abondante est gênante et on est amené à chercher des produits et des formules conduisant à une lessive ayant d'excellentes qualités détergentes jointes à un pouvoir moussant réduit.

Préparation industrielle. — Les modes de préparation industrielle des détersifs sont assez nombreux. Dans les lessives contenant du carbonate on prépare une pâte comprenant, outre les autres constituants, le carbonate anhydre et de l'eau, et

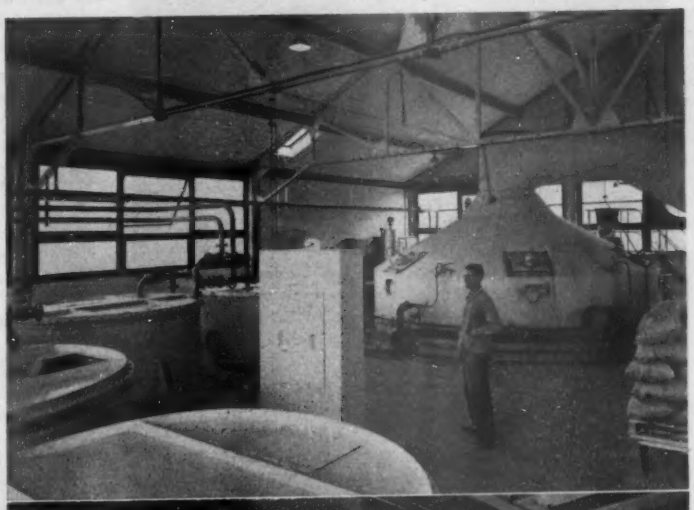
1. Voir : La flottation des minerais, par Robert Kullmann, *La Nature*, n° 3202, février 1952, p. 48

Fig. 3 *(ci-contre).* — ***Partie supérieure d'une tour d'atomisation.***

A gauche, les réservoirs de stockage et de préparation de la pâte. Au fond, la partie supérieure de la tour ; on y remarque le grand diamètre de la canalisation d'air.

Fig. 4 *(en bas).* — ***Partie inférieure d'une tour d'atomisation.***

(Photos Savonneries Lever).



celle-ci est mise à cristalliser, c'est-à-dire que le carbonate anhydre se transforme en carbonate hydraté; on obtient ainsi le produit solide sans avoir d'eau à évaporer. Par contre pour les détersifs ne contenant pas de carbonate, la pâte préparée par le mélange des constituants et de l'eau, doit être traitée de façon à éliminer une partie de l'eau par évaporation.

Une technique moderne de préparation consiste à utiliser des tours d'atomisation. Celles-ci sont en principe de grandes tours dans lesquelles on envoie en continu, soit dans le même sens, soit à contre-courant, la pâte à sécher et un violent courant d'air chaud. Ce dernier entraîne l'eau et le produit sort sec; on peut obtenir ainsi des poudres extrêmement fines et de densité apparente très faible (c'est cette opération qu'on appelle l'atomisation); en agissant sur certains facteurs de la tour, on arrive même à obtenir des billes creuses de diamètre régulier qui donnent au produit fini un aspect nouveau et une grande facilité de dissolution. Lorsqu'il s'agit de cristalliser un produit hydraté, on effectue l'atomisation avec un courant d'air froid, étant donné que le carbonate de sodium décahydraté n'est stable qu'au-dessous de 33°.

Ces tours d'atomisation sont en général très importantes et permettent de gros débits, jusqu'à 50 t/jour par exemple. Les figures 3 et 4 montrent les parties supérieure et inférieure d'une telle tour, utilisée pour l'atomisation de l'Omo en France.

* * *

Dans cette étude beaucoup trop brève pour être complète et précise nous avons essayé de montrer combien le problème des produits détergents est devenu un problème complexe. La chimie des composés organiques à longue chaîne, celle des adjuvants minéraux et organiques, la physico-chimie de tous les produits seuls et en mélange, sont devenues des questions à l'ordre du jour que divers laboratoires spécialisés étudient scientifiquement. Pour obtenir maintenant un bon détergent, et aussi un bon détersif, ou un bon adjuvant dans l'industrie textile, les formules empiriques à résultats moyens ou médiocres n'ont plus cours; ce sont les études de laboratoire qui doivent imposer leurs résultats et leurs conclusions.

C. Paquot,
Maître de recherches au C.N.R.S.,
Directeur du Laboratoire général
des corps gras.

La chèvre et l'arbre au Sahel

Dans son bulletin consacré à la protection de la nature, l'Institut français d'Afrique noire a publié récemment une note où M. P. Foury, relevant une fois de plus les énormes dégâts causés par les chèvres à la végétation forestière du Sahel, examine les remèdes qui pourraient permettre la coexistence de ces animaux, indispensables aux populations autochtones, et de l'arbre, nécessaire au maintien de la vie en zone aride mais formant l'aliment essentiel des chèvres. Il estime politiquement inexécutable l'interdiction d'élever ces animaux, ou même leur limitation par l'introduction de taxes élevées. Seul est applicable un programme de protection s'inspirant de mesures vigilantes et de la nécessité d'établir un *modus vivendi* entre pasteurs et forestiers, dont les domaines respectifs ne sauraient être séparés : éviter l'amoncellement, autour des arbres, de branches sèches génératrices du feu, pratiquer le sectionnement complet des basses branches, effectuer une rotation des coupes d'ébranchage favorisant la reconstitution des cimes, enfin préconiser l'enfouissage des graines et répandre cette pratique parmi les villageois et les bergers.

La future Maison de la Radio

Ayant reçu un avis favorable de la Commission des sites, approuvé à l'unanimité par le Conseil général des bâtiments de France, le projet de Maison de la Radio de Paris est actuellement soumis à l'examen des services départementaux d'urbanisme, en vue de l'obtention du permis de construire. La Radiodiffusion-Télévision Française pourra donc bientôt entreprendre cette construction, sur le terrain récemment cédé par la Ville de Paris en bordure du quai de Passy, entre les rues de Boulainvilliers, Raynouard et du Ranelagh.

Utilité du projet. — L'édification de la Maison de la Radio répond à trois préoccupations : regrouper des services dont la dispersion actuelle est gênante et coûteuse; doter la Radiodiffusion des installations techniques indispensables; enfin la loger plus dignement.

Il convient tout d'abord de grouper dans un seul immeuble les services centraux administratifs, artistiques et techniques qui constituent le siège social de la R.T.F. sur le plan national ainsi que l'ensemble des services parisiens intervenant à des titres divers dans la préparation, la réalisation et la diffusion des programmes.

La dispersion actuelle des installations de la R.T.F. dans Paris conduit en effet à une exploitation particulièrement irrationnelle et apporte un préjudice considérable à la qualité du service (fig. 1). En ce qui concerne les services centraux : la Direction générale se trouve avenue de Friedland, alors que

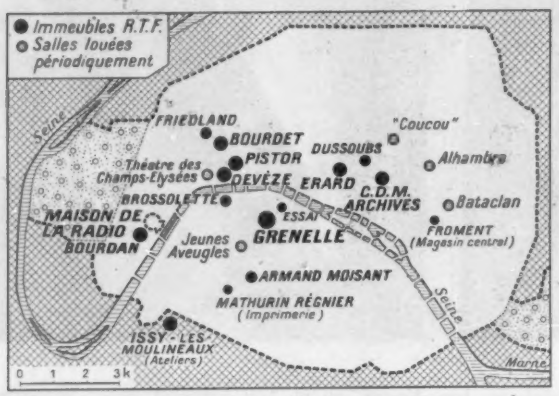


Fig. 1. — *Dispersion actuelle des installations de la R. T. F. dans Paris.*

En trait interrompu, l'emplacement de la future Maison de la Radio.

l'Inspection générale, les services généraux et les services techniques sont situés rue de Grenelle. Les services des programmes sont répartis entre l'avenue de Friedland (programmes artistiques) et les Champs-Élysées (Centre Maurice Bourdet : émissions parlées et émissions vers l'étranger). Les studios et les installations spécialisées (Centre d'enregistrement, Phonodiscothèque, cabines de programme, Centre distributeur de modulation) sont dispersés entre dix immeubles (Bourdan, Brossolette, Devèze, Pistor, Bourdet, Erard, Armand Moisant; Club d'essai, rue des Archives).

Il faut ensuite doter la Radiodiffusion de moyens de production suffisants.

En dehors du développement constant des programmes, l'augmentation du nombre des studios se trouve imposée par l'augmentaiton du volume des émissions artistiques, qui nécessitent environ dix heures de répétition pour une heure d'émission, au détriment des émissions parlées, qui n'immobilisent le studio que pendant les heures d'émission. Dès maintenant le manque de studios, et spécialement de grands studios publics, se fait cruellement sentir : c'est ainsi que la R.T.F. est obligée de louer à grands frais des salles telles que le théâtre des Champs-Élysées pour l'Orchestre national, l'Alhambra pour les émissions publiques de variétés, et que pour la même raison elle se trouve dans l'impossibilité de satisfaire plus de 25 pour 100 des demandes de programmes qui lui parviennent de nombreux pays étrangers.

Enfin, ne faut-il pas aussi donner à la Radiodiffusion les moyens de recevoir dignement les nombreuses personnalités françaises et étrangères qui sont quotidiennement appelées à venir devant le micro ? On offrirait en même temps aux artistes et aux producteurs des moyens d'expression et une atmosphère de travail favorables à la création artistique.

Actuellement, à l'exception du Centre Pierre Bourdan, récemment aménagé, mais beaucoup trop petit et déjà surchargé, tous les autres studios, installés à grand peine dans des locaux mal adaptés à cet usage, crient la grande misère de la Radiodiffusion Française.

Il est bon de rappeler que, dès avant la guerre, des Maisons de la Radio avaient été construites par l'Angleterre, l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Danemark, les Pays-Bas, la Suisse, la Tchécoslovaquie, et que depuis la guerre cet exemple a été suivi entre autres par l'Allemagne occidentale, l'Italie, la Norvège. La France se trouve à peu près la seule nation européenne à ne pas disposer de cet outil de travail considéré comme indispensable par toutes les radios étrangères.

Les services de la Radiodiffusion n'ont pourtant pas ménagé leurs efforts en vue d'aboutir à une solution : mais une incroyable malchance jointe, il faut bien le dire, à une certaine incompréhension, heureusement dépassée, ont fait échouer tous les projets élaborés jusqu'ici. C'est essentiellement la question du terrain qui a été à l'origine de ces difficultés. Parmi tous les emplacements envisagés depuis une vingtaine d'années, aucun d'eux ne put être acquis, à l'exception du domaine de « Brimborion » à Sèvres. Mais celui-ci se révéla difficilement utilisable, et surtout les servitudes administratives qui frappaient cet emplacement ne purent être levées et le projet dut être abandonné.

Après avoir enfin obtenu, grâce à l'appui des services de la Ville de Paris, un terrain suffisamment vaste et suffisamment central, la R.T.F. a lancé un concours d'architecture dont le lauréat, choisi le 26 mai 1953, est M. Henry Bernard, Premier Grand Prix de Rome.

Evolution de l'équipement technique. — Avant d'aborder la description du projet et afin de mieux comprendre le rôle des différents éléments que nous allons trouver dans cet édifice, il n'est pas inutile de passer rapidement en revue les principales étapes de l'évolution de la Radio et de son équipement technique.

La photographie de la figure 2 représente la première émission de radiodiffusion effectuée en France en 1921. Tout l'appareillage de la chaîne de transmission, depuis le microphone jusqu'à l'émetteur, se trouvait alors groupé dans le même local.

La nécessité de desservir le plus grand nombre possible d'auditeurs conduisit tout naturellement à accorder la priorité à l'équipement des émetteurs : ceux-ci deviennent plus puissants, plus encombrants; ils s'éloignent des centres urbains, tout en restant reliés aux studios par des circuits de modulation : la commutation entre les différents studios et le contrôle au départ de ces circuits sont assurés par le *Centre distributeur de modulation* (C.D.M.) de la rue des Archives, mis en service en 1933.

Son rôle demeura limité jusqu'en 1939 car l'exploitation du réseau était alors basée sur une spécialisation des studios *par émetteur ou par groupe d'émetteurs*, procédé qui ne nécessite qu'un nombre restreint de commutations.

Mais il est clair qu'un tel système manque totalement de souplesse; aussi, à la Libération, au moment d'entreprendre la reconstruction de ses installations, la Radio s'orienta définitivement vers la spécialisation des studios *par genre d'émission* (musique symphonique, musique de chambre, émissions de variétés, émissions dramatiques, causerie, informations) avec possibilité de *commutation de chaque studio vers chaque émetteur.*

Cette nouvelle formule a nécessité, en plus d'une refonte complète du Centre distributeur de modulation de la rue des Archives, la mise en service de cabines de continuité appelées « cabines de programme » situées rue Armand Moisant, spécialement équipées pour effectuer les enchaînements entre les émissions de toutes provenances (studios, radiocircuits de province ou de l'étranger, radioreportages), en même temps qu'elles assurent la diffusion des émissions enregistrées et des annonces de speaker.

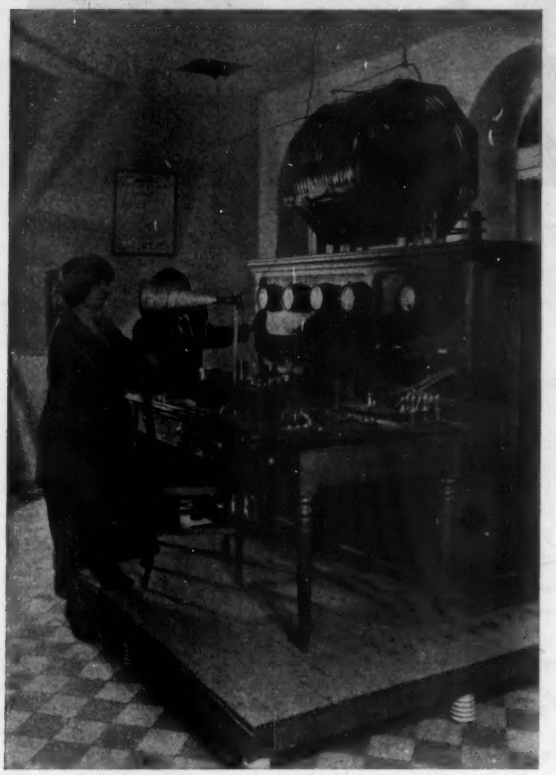


Fig. 2. — *La première émission radiophonique en France.*
A l'occasion du centenaire d'Ampère, le 26 novembre 1921, un banquet réunissait à Paris plusieurs centaines de savants, d'ingénieurs et d'industriels de divers pays. Au dessert, M. Laffont, ministre des P. T. T., donna la parole à « la fée Électricité ». A la grande surprise de la plupart des convives, on entendit alors la Marseillaise, chantée par Mme Yvonne Brothier, de l'Opéra, au micro de la station de Sainte-Assise (Seine-et-Marne), comme on le voit sur cette photo prise en cette mémorable circonstance.

Du fait de la dispersion de ces deux installations essentielles, les émissions doivent emprunter, au départ des studios, avant d'être diffusées vers les émetteurs, l'invraisemblable trajet suivant :

Fig. 3. — *Prise de son dans un studio moderne.*
La vue est prise de la cabine de son, séparée du studio par un triple vitrage ; à droite un micro spécial permet de communiquer avec les artistes ; en haut à gauche, le haut-parleur de contrôle.
(*Photo R. T. F.*).

Studios → C.D.M. (arrivée)
C.D.M. (arrivée) → cabines de programme
cabines de programme → C.D.M. (départ).

La longueur des câbles utilisés pour cette transmission nécessite l'installation de nombreux amplificateurs et correcteurs destinés à compenser l'affaiblissement et la déformation des signaux, ce qui ne va pas sans dépenses d'installation et d'exploitation plus élevées ni sans risques d'incidents supplémentaires.

L'évolution des équipements et les difficultés rencontrées dans la diffusion des programmes se retrouvent d'une façon absolument parallèle dans la réalisation des émissions.

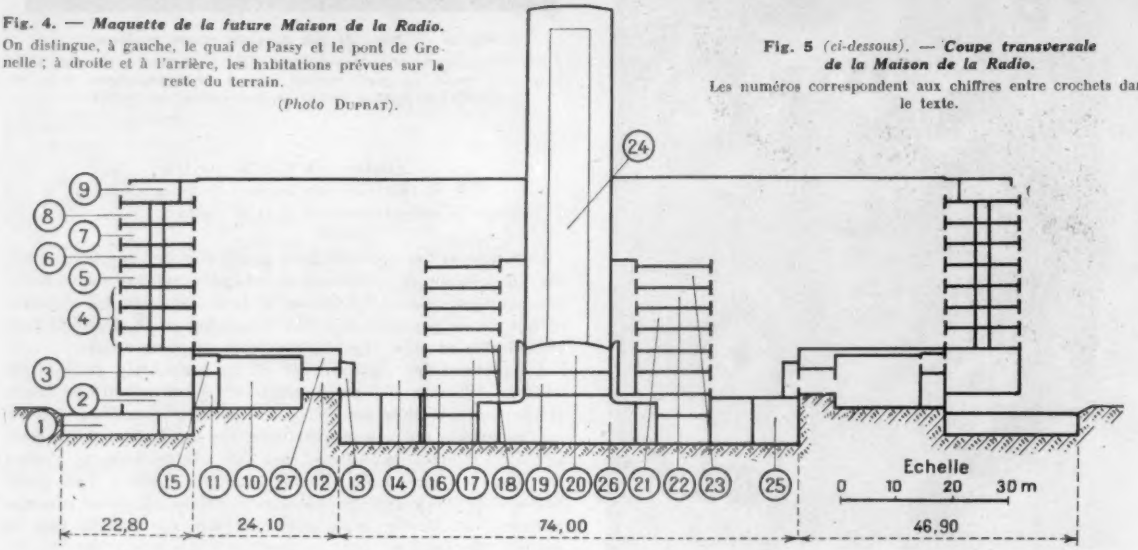
L'apparition du pick-up conduisit très rapidement à la nécessité d'un contrôle acoustique, qui doit obligatoirement s'effectuer dans un local isolé phoniquement du studio : d'où groupement de l'appareillage dans une *cabine de prise de son* attenante au studio, mais possédant une vue directe vers ce dernier (fig. 3).

La mise au point des procédés d'enregistrement direct sur disques souples vers les années 1934 a constitué une étape importante par les possibilités nouvelles offertes aux utilisateurs (réalisation d'émissions différées, de radioreportages enregistrés, de bruitages préenregistrés). Mais les cabines de prise de son ne pouvant toujours, faute de place, être équipées d'appareils d'enregistrement, on vit apparaître un élément nouveau, les *cabines d'enregistrement*, qui seront groupées en 1946 dans un Centre d'enregistrement spécialisé (Centre Fernand Pistor).

Dans les toutes dernières années, le développement du magnétophone vint encore bouleverser les équipements et les méthodes d'exploitation; ce nouveau mode d'enregistrement se généralisa très rapidement en raison de sa haute fidélité et surtout des incomparables facilités de « montage » offertes par la bande magnétique : ce procédé permet de réaliser des émissions par découpage des passages les plus satisfaisants enregistrés au cours des répétitions et par assemblage de ces diver-

Fig. 4. — *Maquette de la future Maison de la Radio.*
On distingue, à gauche, le quai de Passy et le pont de Grenelle ; à droite et à l'arrière, les habitations prévues sur le reste du terrain.
(*Photo* Duprat).

Fig. 5 *(ci-dessous).* — ***Coupe transversale de la Maison de la Radio.***
Les numéros correspondent aux chiffres entre crochets dans le texte.



ses séquences avec d'autres éléments destinés à assurer les enchaînements ou à créer certaines ambiances sonores.

Afin d'éviter l'immobilisation d'un studio, cette opération s'effectue, non pas dans la cabine de prise de son, mais dans une *cabine de montage* équipée d'un magnétophone spécial, où seuls ont accès les techniciens et les producteurs.

Un tel développement des procédés d'enregistrement, sur disques d'abord, sur bandes magnétiques ensuite, n'a pas manqué de conduire à un accroissement considérable des *installations de stockage*. En 1948, un immeuble spécial, le Centre Pierre Brossolette, a dû être construit pour recevoir : la *phonothèque*, réunissant les enregistrements de la R.T.F. elle-même; la *discothèque* (enregistrements commerciaux) ; enfin les *bibliothèques* musicale, dramatique et littéraire.

Cette évolution, à laquelle la R.T.F. n'a jamais pu faire face qu'avec des moyens de fortune, nous a finalement conduits à l'inextricable situation actuelle : la moindre réunion entre services, la préparation d'une simple émission entraînent des pertes de temps considérables. Les enregistrements diffusés tous les jours sur l'antenne effectuent entre les studios, les cabines de programme et la phonodiscothèque une ronde infernale qui ne va pas sans risques de perte, de vol, ou de détérioration de documents dont le prix de revient est parfois élevé.

Pour avoir une idée du volume de production que représente le fonctionnement quotidien des trois programmes, imaginons la Radio à la fois comme un music-hall et un théâtre dont les productions devraient être renouvelées tous les jours, sans oublier qu'elle est en même temps une société de concerts symphoniques, une agence de propagande à l'étranger, un établissement d'enseignement et enfin un journal, politique, littéraire et sportif !

Seule la construction de la Maison de la Radio permettra à tout cet ensemble de fonctionner dans des conditions véritablement cohérentes et rationnelles.

***La Maison de la Radio.* — Principes généraux du projet.** — Tous les éléments que nous venons de voir apparaître successivement au cours des trente années d'existence de la Radiodiffusion doivent être groupés, suivant une disposition répondant exactement à leurs fonctions respectives, dans un bâtiment conçu conformément à des données très précises.

Le projet de M. Henry Bernard se caractérise à cet égard par une mise en place particulièrement claire et logique de tous les services, résultant de la stricte application d'un certain nombre de principes fondamentaux :

— protection des studios contre les bruits extérieurs par une couronne de bureaux relativement élevée;

— construction des studios sur terre-plein, sous des terrasses basses, avec ossatures intérieures complètement indépendantes;

— groupement, dans un noyau central, de tous les éléments techniques communs (montage, enchaînement, diffusion) ainsi que des locaux de consultation des collections de toute nature (enregistrements, livres, partitions);

— aménagement des locaux de stockage des collections dans une tour desservant à la verticale le noyau central ci-dessus;

— séparation entre le noyau central et les studios grâce à une cour intérieure assurant l'éclairement et les dégagements nécessaires;

— séparation des circulations des différentes catégories de personnes appelées à fréquenter la Maison de la Radio (artistes, public, visiteurs, techniciens, producteurs, journalistes, fonctionnaires).

Le plan circulaire adopté par M. Henry Bernard s'adapte particulièrement bien aux exigences complexes et souvent contradictoires du problème posé. La photographie de la maquette (fig. 4) jointe à la coupe transversale (fig. 5) et aux schémas de circulation (fig. 6) montrent l'allure générale de l'édifice et les dispositions relatives des différents services.

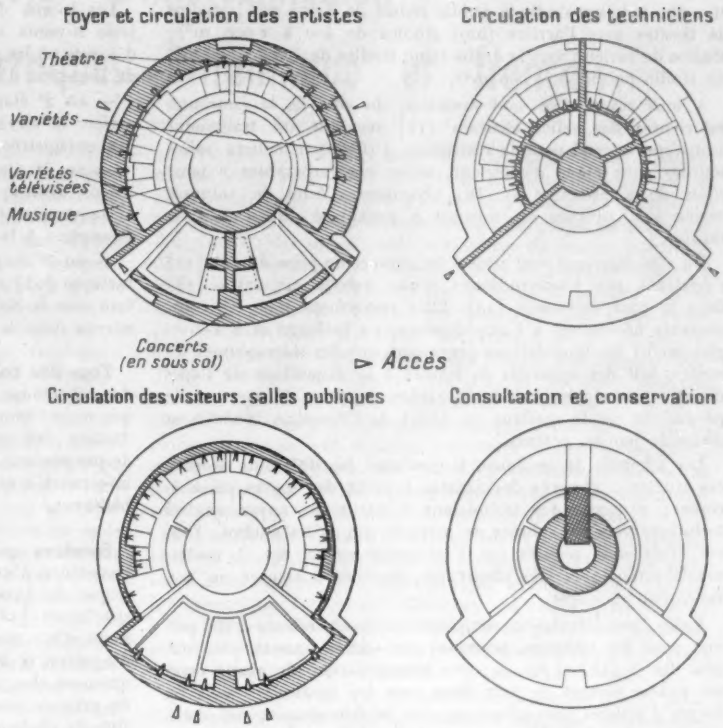


Fig. 6. — *Schémas de circulation des différentes catégories de travailleurs et de visiteurs.*

Accès. — L'accès dans le bâtiment s'effectue par six entrées principales régulièrement réparties à la périphérie, auxquelles correspondent de larges batteries d'escaliers et d'ascenseurs desservant la couronne extérieure, et des circulations horizontales rayonnantes desservant le noyau central. De plus, vers le quai de Passy un foyer directement accessible de l'extérieur donne lui-même accès aux grandes salles publiques de musique et de variétés.

Deux groupes de rampes, les unes descendantes, les autres montantes, permettent d'atteindre le cœur même de l'édifice, soit en sous-sol, soit dans la cour annulaire entre studios et noyau central, avec des véhicules lourds (camions de matériel, de décors, de livraison de combustible, car de reportage de télévision), etc.

Couronne extérieure. — Le *secteur avant* comprend, au-dessous du foyer du public, un foyer et des loges destinés essentiellement aux musiciens des grandes salles publiques, puis : au 2e étage, des locaux de réception et d'exposition; au 3e, les bureaux du minitsre de l'Information et l'Inspection générale; au 4e, la Direction générale; au 5e, le Service de l'exposition technique; au 6e, le service des programmes de télévision; au 7e, le service de contrôle des émissions (qui préside au choix des candidats et dispose à cet effet d'un studio d'audition).

Le *secteur arrière* qui s'étend sur les deux tiers de la circonférence comprend (fig. 5) :

— au sous-sol [1] et au rez-de-chaussée [2] : le parking, les dépôts et les ateliers d'entretien; au 1er étage, sur deux hauteurs d'étage, les foyers d'artistes [3] desservant les studios; aux 3e, 4e et 5e étages [4] les services du Journal Parlé et des Émissions vers l'Étranger avec leurs studios d'enregistrement et de diffusion; au 6e les services artistiques [5]; au 7e les services techniques [6]; au 8e les services administratifs et financiers [7]; au 9e étage, le service de perception de la taxe radiophonique [8]; au 10e, le Centre social (cantine, crèche, infirmerie, salles de repos, etc.) [9].

Cette disposition consistant à affecter un étage de la couronne à chaque service est très favorable car elle permet de placer les différents directeurs dans le secteur avant, ou de part et d'autre de ce secteur, dans les deux grandes verticales visibles sur la maquette (fig. 4), c'est-à-dire le plus près possible du directeur général, et à la distance minimum les uns des autres.

Studios. — Les studios [10] sont situés immédiatement à l'intérieur de la couronne, protégés par des terrasses au-dessous desquelles ils seront construits sur terre-plein d'une façon totalement indépendante.

Dans le secteur avant sont disposées les trois grandes salles publiques : salle de concerts publics (12 000 m³); studio de musique symphonique à public réduit (8 000 m³); salle publique de variétés radiodiffusées et télévisées (6 000 m³); avec en annexe un important magasin de décors desservi par la rampe d'accès des camions, ainsi qu'un foyer et des loges pour artistes de variétés télévisées [1].

Dans le secteur arrière se trouvent tous les studios moyens : studios de musique vers la gauche (trois studios de 400, 600

et 1 000 m², un studio à public réduit de 3 000 m²); studios de théâtre vers l'arrière (huit studios de 400 à 1 000 m²); studios de variétés vers la droite (cinq studios de 400 à 1 000 m², un studio public de 3 000 m²).

A tous ces studios sont associées, du côté de la couronne extérieure, des salles annexes [11] recevant un traitement acoustique spécial pour la réalisation d'effets particuliers (salles sourdes pour effets d'extérieur, salles « réverbérantes » pour effets de « présence »). Des chambres d'écho de volumes variés sont prévues en sous-sol à proximité des studios de théâtre.

Du côté intérieur sont situées les cabines de prise de son [12] s'éclairant par l'intermédiaire d'une galerie circulaire [13] dans la cour intérieure [14]. Elles renferment tous les équipements nécessaires à l'amplification, au mélange et à l'enregistrement des modulations provenant soit des microphones du studio, soit des appareils de lecture à la disposition de l'opérateur. C'est également de la cabine de prise de son que le producteur ou le metteur en ondes de l'émission contrôle et dirige le jeu des acteurs.

Les schémas de la figure 6 montrent les différents accès à ces studios : 1° accès des artistes à partir des foyers périphériques; 2° accès des techniciens à partir du noyau central technique vers les cabines de prise de son et les studios. Tous ces accès sont réalisés par l'intermédiaire de sas, à revêtements acoustiques très absorbants, destinés à assurer un bon isolement phonique.

Enfin, une circulation complètement indépendante a été prévue pour les visiteurs, au-dessus des locaux annexes des studios (fig. 5 [15] et fig. 6); une galerie partant du grand foyer du public permet de voir dans tous les studios et dans les foyers d'artistes sans gêner en rien le déroulement des émissions et sans interférer avec les circulations des artistes ou des techniciens.

Couronne intérieure. — La couronne intérieure est reliée à tous les niveaux avec la couronne extérieure par un bâtiment situé à l'arrière, que l'on distingue nettement sur la figure 4.

Cet ensemble réunit aux étages inférieurs tous les éléments techniques communs :

— au 1er étage, le centre de montage [16] où les enregistrements provenant des studios sont triés, corrigés et complétés, pour constituer finalement l'émission proprement dite;

— au 2e étage, les six cabines de programme [17], chacune comprenant un studio speaker, une cabine de prise de son largement dotée de machines de lecture pour la diffusion de toutes les émissions enregistrées, une cabine de programme spécialement équipée pour l'enchaînement des émissions.

Un foyer vestiaire est prévu à ce niveau pour les techniciens particulièrement nombreux dans cette zone;

— au 3e étage, le Centre distributeur de modulation [18] où arrivent les circuits provenant de toutes les sources de modulation (studios, reportages, émissions extérieures, radiocircuits de province ou de l'étranger) et d'où partent les circuits vers les émetteurs parisiens et provinciaux.

Le Centre de reproduction des enregistrements qui assure l'expédition d'un volume considérable d'émissions vers les stations d'outre-mer et de l'étranger est situé dans le bâtiment arrière, en relation facile avec l'extérieur par l'entrée située côté rue Raynouard.

Le trafic des enregistrements est particulièrement important au niveau du centre de montage et des cabines de programme; il sera contrôlé par deux locaux de transit [19] et [20] placés au centre géométrique de l'immeuble qui ont à leur disposition les monte-charge et monte-disques desservant la tour des collections.

Les locaux de consultation des documents sont situés aux trois niveaux supérieurs; ils comportent chacun les cellules d'écoute ou les salles de lecture nécessaires, ainsi qu'une réserve de livres ou d'enregistrements usuels. Nous y trouvons :

— au 4e étage, la discothèque [21], avec dans le bâtiment arrière le service chargé d'élaborer les programmes de musique enregistrée;

— au 5e étage, la phonothèque [22] et un ensemble de locaux techniques permettant le triage et la restauration des enregistrements, ainsi qu'un auditorium pour les personnalités étrangères à la Radio;

— au 6e étage, les bibliothèques musicale, littéraire et dramatique [23] et les locaux de travail des producteurs, en relation avec le Service des programmes artistiques placé au même niveau dans la couronne extérieure.

Tour des collections. — Au delà du 6e étage s'élève la tour des collections [24] desservant exactement à la verticale, ainsi que nous l'avons déjà signalé, les locaux de montage, de reproduction des enregistrements, de consultation, et les cabines de programme. Elle est conçue assez largement pour permettre une notable extension des collections dans le cadre même du bâtiment.

Services généraux. — Mentionnons enfin pour terminer l'existence d'importants services généraux : une centrale électrique de 3 000 kW [25], une chaufferie de 5 000 000 calories/heure [26], et surtout une installation de conditionnement d'air très développée, destinée à assurer des conditions d'hygiène et de confort convenables dans les studios hermétiquement clos pour des raisons d'acoustique, et dans les cabines de prise de son où les appareils dégagent d'importantes quantités de chaleur.

Les groupes de conditionnement d'air seront spécialisées par studios, et seront disposés en [27] au-dessus des cabines de prise de son; ce fractionnement de l'installation permettra à la fois de réduire les longueurs de gaines et d'assurer la régulation de la température et de l'hygrométrie d'une façon totalement indépendante d'un studio à l'autre.

*
* *

Cette rapide description de la future Maison de la Radio suffit, pensons-nous, à mettre en évidence la parfaite adaptation du bâtiment au problème posé. Une étude minutieuse des conditions d'exploitation a permis d'aboutir à des solutions particulièrement satisfaisantes, tant en ce qui concerne les dispositions relatives des différents services, que la brièveté, la commodité et l'indépendance des nombreuses circulations de travail à l'intérieur de l'immeuble.

Ce caractère « fonctionnel » du projet de M. Henry Bernard s'allie à de remarquables qualités plastiques : originale et classique à la fois par sa forme, particulièrement harmonieuse par ses volumes et sa sobriété de lignes, la Maison de la Radio s'inscrira sur les bords de la Seine comme le témoignage de notre époque s'ajoutant à l'incomparable suite de monuments qui jalonnent le fleuve, depuis Notre-Dame jusqu'au Palais de Chaillot.

Enfin, par les moyens d'expression et de recherche qu'elle offrira à des artistes toujours plus nombreux, la Maison de la Radio de Paris constituera, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur de nos frontières, un puissant instrument au service de la pensée française.

Henri Testemale,
Ingénieur des télécommunications.

Le projet d'interconnexion des réseaux électriques britannique et français

Les réseaux d'interconnexion ont pour rôle de mettre en commun toutes les ressources électriques d'un pays pour satisfaire à une demande d'énergie sans cesse grandissante. C'est pourquoi, depuis déjà vingt ans, les réseaux ont atteint et dépassé en Europe l'échelle nationale, pour échanger leur énergie même au delà des frontières, adaptant ainsi les courbes de consommation qui ont des variations journalières (pointe de 18 h) et annuelles (janvier et février) parfaitement prévisibles, à la courbe des productions hydraulique, thermique et, bientôt peut-être, marémotrice. Déjà des échanges importants se font à travers le continent entre la France, l'Allemagne, la Belgique, la Suisse, etc. Ils conduisent à une meilleure utilisation des ressources grâce à ce tampon constitué par l'ensemble des milliers d'usines travaillant en parallèle, toutes synchronisées, tel pays livrant son surplus de ressources à tel autre à ce moment déficitaire, qui la lui rendra quand il aura pléthore. L'unification des fréquences à 50 Hz, avec la disparition des réseaux locaux à 25 Hz, va permettre d'étendre cette intégration qui sera achevée par de grandes interconnexions européennes telles que celle de la Suède et de la Norvège avec le Danemark et l'Allemagne, véritables tubes de force du continent.

L'Angleterre est une île, et, comme telle, n'a pas participé aux avantages de sécurité, de stabilité et d'économie résultant d'une exploitation bien menée, procurés aux autres pays européens, en particulier à la France, par l'échange international d'énergie. Son propre réseau d'interconnexion, le Grid, administré par la British Electricity Authority, fonctionne pourtant aussi à la fréquence de 50 Hz et présente une puissance nominale de même ordre de grandeur qu'en France. Nous donnons ci-dessous les chiffres de la puissance installée et de l'énergie produite pour chacun des deux pays en 1952.

Puissance installée (en mégawatts) :

	B. E. A.	France
Énergie thermique	16 984	7 197
— hydraulique	178	6 612
	17 162	13 809

Énergie produite (en millions de kilowattheures) :

Énergie thermique	57 651	18 330
— hydraulique	300	22 410
— achetée	658	
	58 609	40 740

On voit qu'en Grande-Bretagne l'énergie est presque exclusivement d'origine thermique (charbon) alors qu'en France elle provient à peu près également des barrages et des usines thermiques. Les deux réseaux présenteraient donc *a priori* de ce fait des perspectives intéressantes d'interconnexion. Il faudrait pour cela poser un câble sous-marin à grande puissance dans la Manche à l'endroit le plus rapproché (Calais-Douvres) et une commission technique franco-anglaise a étudié le problème avec soin. Les quelques renseignements que nous donnons ci-dessous proviennent du premier rapport présenté à Paris le 3 avril 1954 à la Société française des Électriciens.

Les perspectives d'échange seraient très favorables : des différences comme celles du climat, des habitudes, des horaires (en Angleterre un très grand nombre d'usines et de bureaux ferment à 17 h) permettraient un échange journalier et annuel d'énergie qui autoriserait un meilleur « facteur d'utilisation » annuel des équipements pour les deux pays. Or la consommation croît sans cesse, d'environ 10 pour 100 par an, et l'équipement des centrales s'essouffle à suivre le rythme de cet accroissement. Mais de nombreuses difficultés sont à résoudre pour établir un tel câble sous-marin de grande puissance, plus grande que celle de tous les câbles sous-marins déjà existants (Suède, Danemark : 5,5 km de long, 65 000 kVA). Ainsi le champ magnétique produit par le courant (500 A par exemple) circulant dans ces câbles immergés à 45 m de profondeur, provoquerait une déviation des compas des bateaux de 4° d'angle au droit de ceux-ci. Cela n'a pas, au fond, une très grande importance, vu les conditions de navigation dans la Manche et l'emploi généralisé des compas gyroscopiques et des balises radio, mais de difficiles problèmes seraient posés par la corrosion électrolytique de l'enveloppe métallique parcourue par des courants de fuite assez considérables, par les usures mécaniques sur les obstacles au fond de la mer, etc.

Des essais ont été faits à Douvres sur la position et la mise sous tension d'un échantillon de câble à 132 kV d'une puissance nominale de 200 MW par un navire câblier (Alert). En France, on a effectué à Fontenay des essais électriques, et à Boulogne-sur-Mer des essais de mise en place, sur un câble isolé par gaz sous pression à 225 kV, système dans lequel les câbleries françaises possèdent une grande expérience.

L'examen des deux réseaux nationaux a montré que la puissance optimale qu'il serait convenable d'échanger, déterminant la puissance à transporter par la liaison, devrait être comprise entre 100 MVA et 400 MVA. Deux avant-projets ont été établis sur ces bases, que nous résumons ci-dessous.

	Câble pour 100 MVA	Câble pour 400 MVA
Tension	132 kV	275 kV
Longueur	42 km	42 km
	3 câbles unipolaires	3 câbles unipolaires
Section de conduction	129 mm²	387 mm²
Diamètre externe	82,5 mm	133 mm
Courant par phase	180 A	316 A
Coût de 3 câbles unipolaires + 1 de secours	3 millions de livres	6 millions de livres
Coût total	4,5 millions de livres	12 millions de livres

L'intérêt du projet réside dans la réduction d'équipements qu'il permettrait à chaque pays par le volant ainsi assuré; elle atteindrait 100 MW dans le premier cas, environ 300 MW dans le second. L'économie sur les équipements atteindrait dans le premier cas, le plus intéressant, environ 5,7 millions de livres, et l'économie résultant de l'échange d'énergie serait de l'ordre de 600 000 livres par an.

A. Moles.

La télévision dans la banque

Une banque de New-York utilise la télévision pour permettre à ses caissiers de vérifier la position et la signature de ses clients. L'image des fiches demandées apparaît immédiatement devant les écrans installés aux caisses. Des agences peuvent faire appel au même procédé, en liaison avec le siège central ; il en résulte une grande économie de temps et de personnel.

Les eaux minérales de France

2. Eaux du matériel de couverture — Moyens d'étude — Exploitation

Fig. 1, 2, 3. — ***A Eaux-Bonnes (Basses-Pyrénées).*** *De gauche à droite :* ***Salle des inhalations ; Les jeunes curistes sont nombreux ; L'heure du verre d'eau à la Source Vieille*** (*Photos* CLAUDE ROUX, Arudy).

Dans la première partie de cet article (1), *M. F. Caujolle, professeur à l'Université de Toulouse, a exposé les principes d'analyse et de classification des eaux minérales. Passant en revue les divers types d'eaux françaises d'après leur origine géologique, il a examiné les eaux du « matériel de fond ». Le professeur Caujolle étudie dans cette deuxième partie les eaux du « matériel de couverture », puis il traite des études pharmacodynamiques, de l'exploitation des eaux et de leur statut officiel.*

★

Eaux superficielles du matériel de couverture. — Toutes ces eaux proviennent de terrains tertiaires et quaternaires, toutes méritent d'être appelées « salines »; elles sont le plus souvent d'une salinité assez élevée, hypothermales ou froides. Leur origine est météorique, des eaux de ruissellement s'infiltrent aisément dans des terrains souvent peu compacts, dissolvent les masses salines caractéristiques des dépôts marins (chlorures et sulfates de sodium, calcium et magnésium), puis remontent en surface sous l'influence d'accidents géologiques locaux (fig. 4). Parfois les sels dissous subissent des remaniements du fait de circonstances particulières : thermalité due à la profondeur atteinte au terme de l'infiltration, actions biologiques dans la proximité immédiate de la surface (réduction du sulfate de calcium en sulfure de calcium). L'extrait sec de ces eaux est souvent important.

Eaux chlorurées sodiques. — Provenant du lessivage de dépôts marins, ces eaux renferment souvent des quantités appréciables de bromures et d'iodures; elles sont réparties en liaison avec les terrains triasiques, principalement dans le Jura et la zone nord pyrénéenne.

On les classe en tenant compte de leur salinité; les faibles ont une salinité totale inférieure à 30 g; les fortes titrent jusqu'à 300 g de sels par litre; ces eaux sont hypothermales ou froides (Lons-le-Saunier, Briscous, Salies-de-Béarn, Salies-de-Salat, La Mouillère). Beaucoup sont utilisées en vue de l'extraction du chlorure de sodium; les eaux mères de la cristallisation du chlorure de sodium, enrichies en bromures et iodures, peuvent recevoir diverses applications médicales.

1. Voir *La Nature*, n° 3232, août 1954, p. 287.

Certaines eaux chlorurées sodiques de salinité faible ou moyenne, thermales (48° à 65°), assez riches en bore et en silice, sourdent parfois de terrains marqués par un volcanisme récent et dépourvus entièrement de dépôts de type salin. Ces eaux sont assurément d'origine profonde (exemples : Luxeuil, Bourbonne-les-Bains, Balaruc, Bourbon-Lancy) : dans la classification chimique, leur apparentement aux chlorurées sodiques proprement dites ne doit pas faire illusion sur leur origine géologique. Le cas de la Bourboule, apparentée aux bicarbonatées d'Auvergne, est absolument singulier.

Eaux sulfatées. — Les sulfatées sodiques pures et les sulfatées magnésiennes pures sont inconnues en France, qui possède par contre quelques sulfatées sodico-magnésiennes telles que celles de Cruzy. La source de Montmirail (près Gigondas, Vaucluse) est perdue.

Les sulfatées calciques présentent une minéralisation de l'ordre de 1,7 à 2,5 g, dans laquelle le magnésium et le chlore

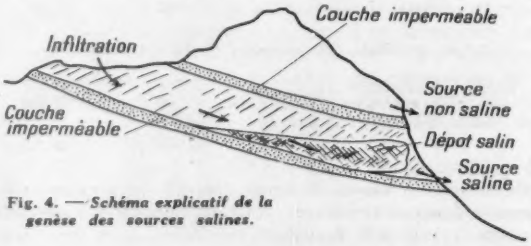


Fig. 4. — ***Schéma explicatif de la genèse des sources salines.***

ne sont jamais absents et peuvent parfois atteindre une proportion assez élevée. Leur origine est dans le Trias, plus rarement dans des terrains tertiaires gypseux; cette diversité d'origine géologique explique la présence de proportions variables de sodium (Brides). Leur thermalité est rarement élevée (à l'exception de Bagnères-de-Bigorre). En général ces sulfatées terreuses sont hypothermales (Capvern, Ussat) ou froides (groupe vosgien de Vittel, Contrexeville et Martigny).

Riche d'un ensemble très nuancé de sulfatées calciques, le thermalisme français peut, à leur faveur, réaliser des applications médicales d'une gamme étendue.

Plombières et Luxeuil sont d'un type spécial, d'origine assu-

rément profonde, d'une très grande diversité chimique, mais de minéralisation totale minime (tout particulièrement pour certaines sources de Plombières dont l'extrait sec s'abaisse au-dessous de 0,2 g).

Eaux sulfurées calciques. — On appelle quelquefois sulfurées accidentelles ces eaux sulfurées calciques, qui proviennent d'une réduction chimique (matières organiques des roches) ou bactérienne d'eaux sulfatées terreuses. Cette origine explique l'abondance de sulfates (non réduits) et de bicarbonates (sous-produit des phénomènes de réduction) dans ces eaux sulfatées calciques, de même que la présence ordinaire des facteurs caractéristiques du Trias et des terrains tertiaires, réunis habituellement au côté du calcium dans les sulfatées calciques, savoir : magnésium, sodium et chlorures.

Faiblement thermales (Barbotan) ou froides (Enghien, Allevard, Puzzichella), ces eaux sont dispersées dans toute la France, à l'est d'une ligne Calais-Limoges-Bayonne. Aix-les-Bains est la station sulfurée calcique la plus importante; ses eaux (45 à 47°) sont notablement hyposulfitées, mais très pauvres en soufre sulfhydrique.

Eaux ferrugineuses et cuivreuses. — Le fer comme le bore, l'arsenic ou l'aluminium est présent dans à peu près toutes les eaux minérales, mais il n'atteint de proportions notables (de l'ordre du centigramme) que dans un très petit nombre de sources. Ces sources sont bicarbonatées ou sulfatées.

Les eaux bicarbonatées ferreuses d'Orezza sont très riches et froides; la source Capus à Lamalou, tout en ayant une teneur élevée en fer, est hypothermale (35°); les sources de Forges-les-Eaux, notablement moins chargées en fer, sont froides.

Les sulfatées ferreuses (Passy-Auteuil), fréquentes dans le bassin parisien, peuvent avoir une charge en fer élevée.

Toutes ces eaux renferment le fer sous forme ferreuse, rapidement oxydable dès l'émergence en fer ferrique.

Les eaux cuivreuses, généralement polymétalliques, sont très rares; le type le plus caractéristique est Saint-Christau dont la source froide des Arceaux renferme 0,2 mg de Cu^{++} par litre.

Connaissance biologique des eaux. — ***Etudes pharmacodynamiques et applications cliniques.*** — Les pratiques du thermalisme remontent très loin dans l'histoire de la médecine et furent à l'origine purement empiriques. Peu à peu le développement de la physiologie, une exploration plus précise des malades traités et surtout une connaissance plus scientifique du médicament hydrominéral ont permis d'aborder le problème du mécanisme d'action des eaux. Ce problème est fondamental, son double intérêt, scientifique et clinique, n'échappe pas. Il constitue en fait un simple chapitre, mais un bien vaste chapitre, de la pharmacodynamie.

Son étude a été abordée sous des incidences simplistes qui sont restées infertiles : on ne peut retirer des eaux minérales des principes actifs, à la manière dont on retire un alcaloïde ou un glucoside, un tanin ou une vitamine d'une plante médicinale. Le milieu hydrominéral est en général très complexe, aussi bien dans les eaux à grosse minéralisation que dans les eaux à minéralisation simplement oligoélémentaire; l'idée d'analyser les effets propres à chaque constituant, puis de synthétiser les effets totaux obtenus par une sommation progressive des effets propres à chaque constituant, pris séparément, n'a conduit à aucune réalisation pratique : on ne sait pas reproduire exactement l'équipement chimique naturel de la plupart de nos eaux. L'échec de la méthode analytique a été jusqu'ici à peu près total.

L'expérimentateur s'est alors résolu, ne pouvant fragmenter l'eau, à fragmenter ses récepteurs biologiques : d'où un très large recours aux organes isolés, sur lesquels ont pu être

Fig. 5. — ***Vue générale de la station d'Eaux-Bonnes.***

définis des effets limités, faciles à observer et à reproduire. En France surtout, grâce à Fleig, à Villaret, à M. Justin-Besançon et à M. Dastugue, une documentation considérable a pu être réunie. Maintenus en survie dans du liquide de Locke-Ringer, des anses intestinales de lapin, des vésicules biliaires et des uretères de chien, des bronches isolées de porc, des ventricules cardiaques d'escargot ont été soumis à l'action des eaux minérales; sur ces mêmes récepteurs divers agents pharmacodynamiques bien connus ont été opposés ou associés aux eaux afin d'affronter leurs effets inconnus à des critères certains. Très féconde en résultats immédiats, la méthode d'essais sur organes isolés se heurte malheureusement à de grandes difficultés d'interprétation : comment, en effet, conclure de l'organe isolé privé de ses connexions nerveuses extrinsèques à l'organisme entier qui est un tout ?

Aussi bien l'expérimentation sur animal entier s'est développée, en particulier sur le chien chloralosé; l'école nancéenne (MM. Santenoise, Grandpierre, C. Franck) a fixé une méthode de travail, pénétrée de la meilleure discipline physiologique, dont les stations vosgiennes (Vittel, Plombières, etc.) ont largement bénéficié. Les effets des eaux sur les mécanismes régulateurs de la tension sanguine, de la diurèse et de la sécrétion biliaire, sur la motricité intestinale, etc., ont pu être étudiés avec fruit, particulièrement sur les eaux de Vittel. Ces travaux ont eu le mérite d'apporter une confirmation péremptoire aux conclusions que les médecins thermaux, en cliniciens avertis, avaient postulées comme fruit d'une longue chaîne d'observations, à savoir que les eaux minérales exercent une action profonde sur le système neurovégétatif (sympathique et parasympathique) et sur l'appareil endocrinien, c'est-à-dire sur l'ensemble des activités fonctionnelles et du chimisme humoral.

Sans doute cette multiplicité d'actions se révèle déjà par la diversité extrême des maladies que les eaux minérales peuvent soulager ou guérir, ou dont elles peuvent prévenir l'aggravation. Cette diversité a souvent surpris les bénéficiaires des eaux minérales, comme certains même de leurs médecins. En

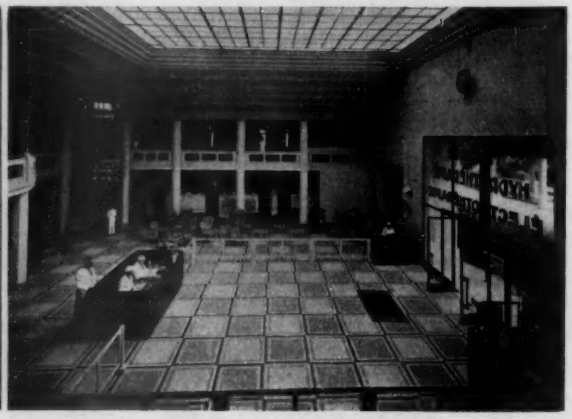


Fig. 6 et 7. — *A Vittel.* — *A gauche : **Le laboratoire d'analyses** ; à droite : **Le hall de l'hydrothérapie.***

dehors des contre-indications formelles que constituent les infections aiguës, toutes les tuberculoses et les cancers, généralement aggravés par des traitements thermaux, un grand nombre d'états morbides sont heureusement influençables par une eau minérale judicieusement choisie et rationnellement utilisée. Il n'est guère de trouble pathologique sans déséquilibre nerveux ou humoral, et il n'est pas de déséquilibre nerveux ou humoral qui ne puisse trouver auprès des eaux impulsion, excitation ou bien au contraire sédation, apaisement, et souvent même auprès d'eaux de structures chimiques apparemment voisines. L'essentiel facteur de l'efficacité des cures thermales réside dans leur direction même : d'où l'importance des centres de triage thermaux, de la surveillance médicale très stricte des curistes et de la technique même des traitements thermaux.

Assurément le triage thermal connaît l'indiscutable difficulté qui découle des « graves insuffisances de nos connaissances concernant la physiopathologie des affections relevant des cures thermales » (D. Santenoise et M. Roche), mais cette difficulté peu à peu s'amenuise à la mesure des progrès des explorations cliniques : analyses chimiques, épreuves biologiques et radiologiques. Et il faut espérer que, grâce à la Sécurité sociale, l'accès des stations thermales aux malades qui en sont justiciables pourra s'accomplir en temps utile, et non point alors que l'état d'avancement de leurs troubles rend illusoire toute thérapeutique : l'envoi précoce des malades aux eaux minérales est un facteur de la réussite des cures.

Un autre facteur d'efficience des cures, ainsi que je l'ai déjà signalé, réside dans la technique même d'application des eaux. Sans doute la prudence appelle une fidélité aux méthodes de balnéation, de douches, de humages, qui ont fait leurs preuves. Mais des techniques modernes internes (injections intratissulaires d'eaux isotonisées) ou externes (massages sous l'eau, mécanothérapie associée) ne doivent pas pour autant être négligées. A cet égard il convient de souligner le rôle dévolu aux laboratoires d'études des stations thermales, rôle qui peut être décisif dans le perfectionnement des pratiques hydrominérales.

Les laboratoires thermaux. — La recherche, en matière hydrologique, se heurte à des difficultés particulières. D'une part les grands centres universitaires sont généralement éloignés des aires d'émergence, d'autre part la période de pleine activité des stations coïncide avec la période des vacances scolaires : l'intrication de l'enseignement et de la recherche, établie au sein de notre Enseignement supérieur, conditionne un état de fait préjudiciable à la recherche hydrologique; celle-ci, en effet, a des impératifs qui lui sont propres, en particulier elle impose très souvent l'association stricte du lieu de travail et du point d'émergence des eaux.

Il semble que la manière la plus rationnelle de développer la recherche hydrologique est de redoubler les fondations permanentes des universités par des antennes situées dans les stations. Les instituts d'hydrologie des universités devraient constituer de véritables états-majors de liaison, assurant la coordination d'efforts répartis dans les disciplines scientifiques les plus diverses, assurant aussi la formation difficile du personnel qualifié pour la recherche hydrologique, si particulière par la multiplicité de ses techniques, assurant enfin la documentation de base nécessaire. Les laboratoires thermaux fonctionnant en liaison avec les instituts d'hydrologie, véritables laboratoires d'application, devraient être établis dans les stations et appelés à fonctionner intensivement pendant les périodes de saison, alors que le nombre des malades permet des observations fructueuses; leur collaboration devrait être étroite avec les hôpitaux thermaux des stations.

Il convient de limiter le nombre de ces laboratoires en fonction des moyens matériels dont disposent les stations, aidées au besoin par les organismes que leur activité intéresse : Centre national de la Recherche scientifique, Institut national d'Hygiène, Ministère de la Santé publique et surtout Sécurité sociale.

Les missions des laboratoires scientifiques des stations sont multiples : contrôles analytiques aux griffons, étude des techniques et perfectionnements des installations de cure, étude des mécanismes d'action des eaux en liaison avec les médecins traitants; tout ce qui touche l'infrastructure (les griffons) et la superstructure (les établissements) des stations relève de l'activité de ces laboratoires thermaux, assurément trop peu nombreux jusqu'ici, parce que rares sont les stations qui ont su syndiquer leurs moyens pour assurer à ces laboratoires une existence durable.

On ne saurait écarter l'intérêt scientifique pur qui s'attache à l'existence des laboratoires thermaux. Il est peu probable en effet que nos études physiques et chimiques sur les eaux aient épuisé leur sujet : ce qui reste inexpliqué dans l'action biologique et médicale de certaines eaux minérales sera inéluctablement rapporté à des causes encore inconnues aujourd'hui; peut-être devant nos ignorances, notre esprit, hier trop contemplatif, est-il à présent trop défiant de lui-même. Lorsque les effets observés des eaux outrepassent l'ensemble des prévisions déductibles à partir des constituants reconnus, nous n'osons conclure à des présences nouvelles. Bergson traduit notre hésitation : « L'esprit humain est ainsi fait, il ne com-

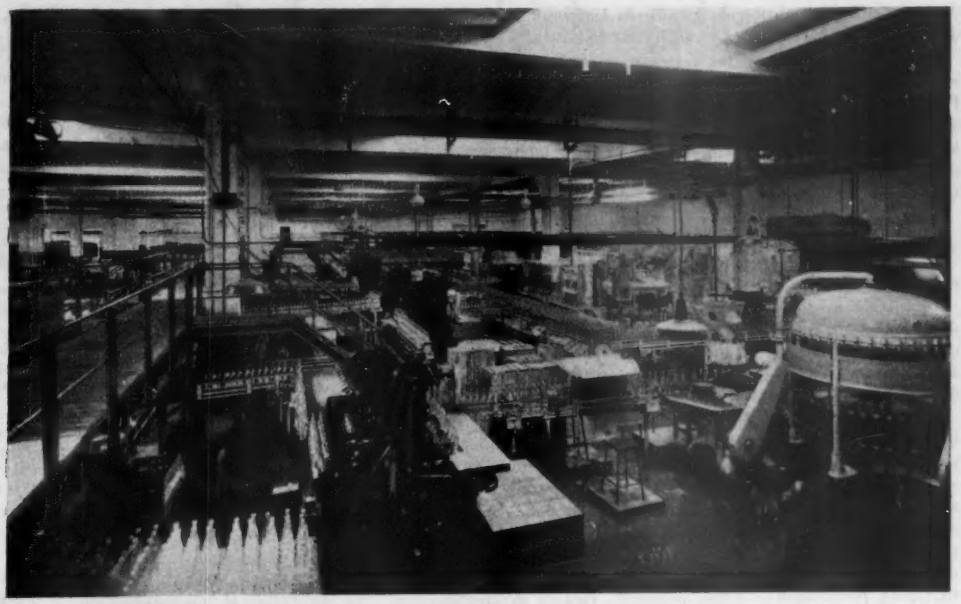


Fig. 8 *(ci-contre).* — ***L'embouteillage à Vittel : vue générale de l'atelier.***
(*Photo* G. F. Fenino).

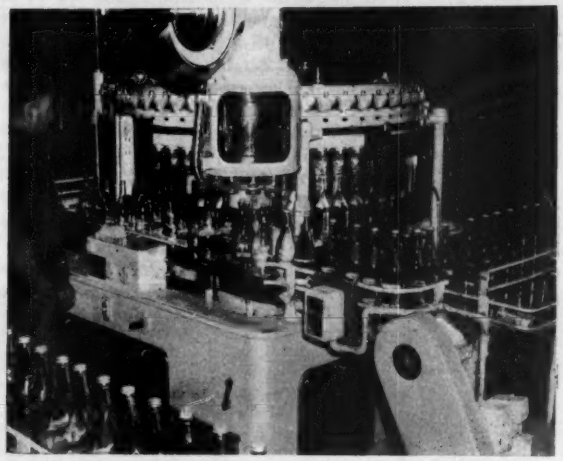


Fig. 9 *(ci-dessous).* — ***L'embouteillage à Vittel : une « soutireuse-boucheuse ».***
(*Photo* Girardot).

mence à comprendre le nouveau que lorsqu'il a tout tenté pour le ramener à l'ancien ». Sans doute de bons outils de travail, aux griffons trop délaissés de nos sources, aideraient-ils à dresser le bilan des faits cliniques irréductibles, c'est-à-dire à surmonter le lourd handicap que constitue pour nous un savoir, si prompt à se confirmer, si timide à se renouveler.

De ces énigmes scientifiques que la thérapeutique thermale fait surgir pour confondre chimistes et physiologistes, le bilan est innombrable. Le miracle des eaux de Vichy se renouvelle sans cesse : tandis que tel organisme tolère sans résultat profond des quantités massives de bicarbonate de sodium, il affectera une extrême sensibilité aux quelques centigrammes de la même substance, escortée des agents naturels inconnus qui en potentialisent l'action dans l'eau minérale des griffons de Vichy. Le bicarbonate de sodium se manie sans ménagement et sans résultat durable en pratique médicale courante; il relève d'une posologie presque homéopathique en pratique thermale.

Les eaux sulfurées sodiques pyrénéennes offrent d'aussi saisissants exemples de leur activité : rien n'est plus impressionnant que de constater l'évolution humorale, testée par exemple par la glutathionémie d'un sujet qui reçoit quelques centimètres cubes d'eau en injection sous-cutanée, soit des doses de soufre réduit de l'ordre du dixième de milligramme. Comment expliquer les effets différents d'eaux sulfatées calciques dont les unes inhibent la sécrétion biliaire, la sécrétion urinaire, l'excitabilité sympathique, tandis que d'autres, de structure chimique très voisine, sinon apparemment identique, accroissent le flux biliaire, la diurèse et la réflectivité parasympathique.

Ainsi donc l'œuvre scientifique à accomplir par les laboratoires thermaux demeure immense : la France se doit de maintenir l'existence de ces foyers de recherches dans le cadre traditionnel de son thermalisme, dont l'organisation administrative est remarquable.

Statut administratif du thermalisme français. — Dès l'ancien régime, les stations françaises étaient surveillées et conseillées par le « surintendant des eaux minérales et médicinales du Royaume » (1605) et les « inspecteurs des eaux », médecins choisis pour leur compétence chimique. L'organisation actuelle prévoit une protection et un contrôle efficaces des griffons; l'exploitation est subordonnée à une autorisation préalable accordée par le ministre de la Santé publique et de la Population, rendue sur avis de l'Académie de Médecine, dont les laboratoires hydrologiques sont dirigés avec autorité par le doyen René Fabre. Un décret, pris en Conseil d'État, peut déclarer une source d'intérêt public, ce qui lui assure le bénéfice d'un périmètre de protection. Les captages sont effectués sous la surveillance du Service des Mines; des contrôles bactériologiques des eaux sont assurés de façon permanente. On peut dire que le curiste est entouré, dans les stations françaises, de garanties rigoureuses, d'autant plus que tous les rouages administratifs responsables peuvent s'éclairer des compétences techniques du Conseil supérieur d'Hygiène et des instituts d'hydrologie, et en particulier de l'Institut d'Hydrologie de Paris qui, sous l'impulsion de maîtres tels que d'Arsonval, Bordas, Georges Urbain, Desgrez, Michel Polonovski, a rendu les services les plus éminents.

Des laboratoires spécialisés sont en cours d'organisation, tel le Laboratoire du Soufre, récemment créé à Toulouse en vue

de maintenir la tradition de Filhol, de Garrigou et de Sabatier dans le cadre particulier des sulfurées sodiques.

L'utilité d'harmoniser les facteurs scientifiques, techniques, sociaux et économiques du thermalisme apparut à M. Paul Coste-Floret, ministre de la Santé publique, qui créa un Conseil supérieur du Thermalisme et du Climatisme, initiative des plus heureuses, dont il est permis d'espérer une tâche importante de synthèse et de coordination, une planification du thermalisme français étant devenue indispensable.

Exploitation des eaux hors des stations. — La pleine utilisation des ressources thérapeutiques que constituent les eaux minérales pose des problèmes multiples. Il est inconcevable qu'un médicament efficace, que la nature nous dispense de façon continue, ne soit utilisé qu'épisodiquement, au cours de « saisons thermales » souvent fort brèves. Les nécessités techniques et économiques qui impliquent ce paradoxe doivent être minutieusement étudiées.

Sans nul doute tous les médecins qui ont étudié le comportement des eaux leur ont assigné le maximum d'efficacité au griffon, certains même ont dénié toute valeur aux eaux utilisées loin de leur émergence; cette dernière conception, trop absolue, doit être révisée. Il paraît acquis, dans l'état actuel de nos connaissances, que rien ne saurait remplacer la cure réalisée en station, où tout s'harmonise au mieux des intérêts du malade : équipement, régime, repos, souvent facteurs climatiques permettant à l'eau minérale vivante d'atteindre au griffon ses effets les meilleurs, pour une moindre épreuve de l'organisme récepteur; à cet égard l'équipement, sans cesse perfectionné, des établissements, et la spécialisation toujours mieux avertie des médecins thermaux concourent de façon éminente. Faut-il cependant considérer que toute eau minérale hors du griffon n'a plus de valeur médicale ? Assurément non.

La technique moderne permet en effet d'apporter des garanties de conservation inconnues hier : embouteillage ou mise en ampoules entièrement à l'abri de l'air sont aujourd'hui de réalisation courante, épargnant ainsi à l'eau de nombreuses causes perturbatrices : floculations colloïdales, oxydations, pertes de principes actifs par diffusion dans l'air, etc. Le sertissage d'une bouteille, la technique de remplissage d'une ampoule peuvent avoir sur le comportement de leur contenu une influence décisive et, à cet égard, il paraît indispensable de distinguer soigneusement parmi les formes galéniques des eaux exportées, celles qui, entourées de garanties techniques, pourraient se prévaloir du titre de préparation médicinale. Ainsi, une eau de source pourrait, sans clause particulière de conditionnement, constituer commercialement une « eau minérale » (toutes les eaux naturelles sont étymologiquement minérales !), tandis que la même eau de source, conditionnée minutieusement suivant la technique la mieux adaptée, serait réputée « eau médicinale ». On ne demanderait à l'eau minérale que son agrément, tandis qu'il serait permis d'escompter d'une eau médicinale une activité thérapeutique définie. Des méthodes d'essais comparatifs pourraient être instituées qui serviraient d'assise indiscutable à la distinction nécessaire. Dès lors la Sécurité sociale pourrait accorder aux « eaux médicinales » les modalités de remboursement jusqu'ici attribuées uniquement à des produits pharmaceutiques.

Il est remarquable que l'embouteillage des eaux minérales, malgré les clauses de non-remboursement édictées à leur égard, connaisse à l'heure actuelle un développement considérable (tableau V). Il n'est pas impossible que l'importante consommation des eaux minérales comme eaux de table dépende des techniques modernes d'épuration des eaux potables qui, généralement javellisées, renferment fréquemment des chlorophénols de goût détestable [1].

1. Voir : L'eau de boisson et son épuration, par Paul Fournier, *La Nature*, n° 3230, juin 1954, p. 208.

Tableau V

Nombre annuel de bouteilles d'eau minérale produites par quelques grandes stations

Emergences	1951	1952	1953
Evian	47 600 000	63 300 000	84 600 000
Vals	42 909 655	39 000 435	38 579 709
Vichy	61 183 432	60 509 792	63 763 804
Vittel	85 936 627	109 465 191	131 383 277

Les eaux minérales que leur structure chimique rend particulièrement vulnérables, sont justiciables de la mise en ampoules, et non de l'embouteillage. Un avenir considérable paraît logiquement assuré à certaines ampoules d'eaux sulfurées sodiques, susceptibles d'assurer des post-cures ou des cures de rappel, hors saison, dans des conditions médicales bien étudiées.

*
* *

Depuis que le Directoire exécutif édicta « l'organisation générale des sources et établissements » (23 vendémiaire An VI et 29 floréal An VII), le thermalisme français s'est équipé, s'est développé et a rayonné sur la Médecine. Gérant de richesses nationales exceptionnelles, il est devenu une entité économique considérable; pénétré des nobles aspirations de la Médecine sociale moderne, il se transforme et s'adapte de façon à étendre ses bénéfices aux courants nouveaux et larges de clientèle que la Sécurité sociale lui apporte.

Dans cette expansion, le thermalisme français demeure fidèlement attaché à ses traditions, il ne retranche rien à l'élégance de ses usages dignes des grands maîtres de la pensée médicale d'hier, mais il confie résolument sa destinée au mouvement scientifique qui, franc de tout mysticisme, exige des sciences physico-chimiques une connaissance exacte des eaux et de la pharmacodynamie une conduite plus rationnelle et plus efficace des cures thermales.

F. Caujolle,
Professeur à la Faculté de Médecine
et de Pharmacie de Toulouse.

ERRATUM. — ***Eaux « vadeuses » :*** Dans l'article précédent de M. Caujolle (août 1954, p. 291, 1re colonne, 1re ligne), on a imprimé par erreur : « ... de véritables eaux vascuses... ». Il faut lire : « eaux *vadeuses* ». Par ce terme les spécialistes désignent les eaux dont la circulation souterraine s'effectue exclusivement dans les couches superficielles, perméables. Tandis que les eaux juvéniles s'intègrent pour la première fois dans les cycles de la biosphère, les eaux vadeuses appartiennent à ces cycles : leur origine est météorique ; par infiltration elles se minéralisent sans pour autant quitter les zones de l'écorce compatibles avec la vie. Les eaux de la nappe phréatique sont des eaux vadeuses.

Nouvelle soufflerie supersonique

Une nouvelle soufflerie supersonique va être construite à Bedford en Angleterre, et doit démarrer en 1955. Elle aura une section utile de 3 m sur 2,60 m, une puissance de 35 000 ch en circuit fermé, avec une contraction de la veine de 11 à 1 et pourra fonctionner à pression variable entre 0,8 et 1,2 atmosphères. Elle coûtera un milliard. Avec une puissance aussi considérable, l'évacuation de la chaleur produite dans la veine devient un problème et l'air devra passer à travers un radiateur de refroidissement où circuleront 2 500 t d'eau.

L'Institut de Recherches de la Sidérurgie

A Saint-Germain-en-Laye a été inauguré avec éclat, en 1952, un des plus magnifiques ensembles de laboratoires qui soient au monde; l'Institut de recherches de la Sidérurgie (*Irsid*), installé dans l'harmonieux domaine de Saint-Léger dont la superficie est de 7 ha, a pour objet d'entreprendre les études techniques intéressant toute la Sidérurgie française.

Celle-ci, comme nul ne l'ignore, joue un rôle prépondérant dans notre économie : son chiffre d'affaires de l'ordre de 500 milliards, son importance dans les diverses branches de l'industrie, bâtiment, automobile, chemins de fer, construction navale, etc., la place qu'elle tient dans nos exportations, enfin la récente création de la Communauté Charbon-Acier, la mettent d'évidence au premier plan de l'activité nationale.

Il importait donc de posséder en France un organisme capable de coordonner les travaux de la recherche privée, d'éviter les doubles emplois et, puissamment équipé, d'effectuer, dans l'ordre des études physiques, chimiques et métallographiques, telles recherches onéreuses, de construire tels prototypes coûteux...

Quelques problèmes de la sidérurgie. — Les grandes questions qui préoccupent les techniciens de la sidérurgie et qui figurent au programme de l'Irsid sont nombreuses et fort complexes. Nous ne pouvons qu'en évoquer quelques-unes parmi cent autres.

Il y a, notamment, le problème de l'enrichissement des minerais lorrains, lesquels sont assez pauvres. Il en existe beaucoup de variétés; il a déjà pu être constaté que certains minerais du nord du bassin pouvaient être enrichis. Plusieurs procédés d'enrichissement ont été étudiés : triage magnétique à haute intensité, grillage magnétisant, flottation.

Mais pour améliorer un minerai, il est nécessaire de le broyer à la dimension des corpuscules qu'il contient. Or, les hauts fourneaux fonctionnent préférentiellement avec des fragments moins petits. Ici doivent donc intervenir — autres recherches — les procédés d'agglomération.

La réduction directe, par des procédés autres que le haut fourneau et exigeant des immobilisations moindres, fait également l'objet d'études approfondies. Comme les précédentes, celles-ci relèvent du Service Minerai, qui a installé à Saulnes, près de Longwy, une station d'essais où il étudie à l'échelle semi-industrielle quelques méthodes de traitement des minerais. Sa mission est d'établir l'inventaire et de faire la description des minerais français; de mettre au point les procédés de concassage, d'enrichissement et d'agglomération dans les conditions les plus favorables; enfin, d'étudier les divers procédés de réduction auxquels il vient d'être fait allusion.

Des études capitales concernent ici les essais sur « bas fourneau », celui-ci pouvant utiliser les charbons réputés non cokéfiables ainsi que les fines de minerai, deux produits mal digérés par les hauts fourneaux classiques. On enrichit le vent par apport d'oxygène, les proportions d'oxygène dans l'air de soufflage étant de 25, de 28 ou de 30 pour 100. Il en résulte une notable diminution des hauteurs de zone de fusion, de sorte qu'au lieu d'avoir affaire à un appareil de 20 m de haut, on peut se contenter, avec le bas fourneau, d'une construction ne dépassant pas 5 à 6 m, et cette faible hauteur de charge facilite l'utilisation d'un combustible moins résistant que le coke normal.

La cokéfaction des charbons lorrains représente, d'autre part, une question qui a retenu l'attention des spécialistes. Elle a été étudiée par l'industrie sidérurgique et les houillères, en particulier à la station d'essais de Marienau, en Moselle, avec la collaboration des Charbonnages de France. Ce problème a été résolu, en ce sens qu'on est arrivé à produire un coke donnant de bons résultats aux hauts fourneaux à partir des seuls

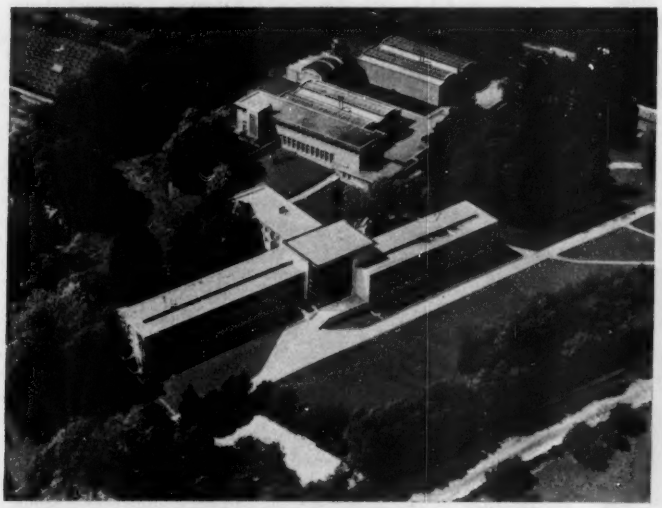


Fig. 1. — *Vue générale des laboratoires de l'Irsid à Saint-Germain-en-Laye.*
(*Photo Compagnie aérienne française*).

Fig. 2. — *Un chef-d'œuvre sidérurgique : le grand escalier du hall d'honneur.*
Tout en acier, l'escalier est soutenu par un limon hélicoïdal unique, d'une longueur développée de 10 m (*Photo Irsid*)

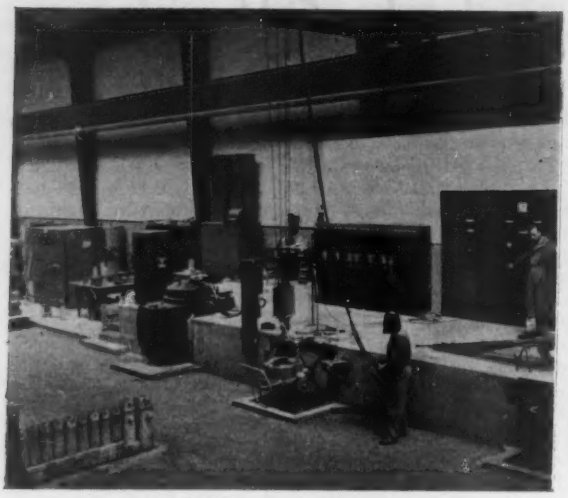


Fig. 3. — *Halle de fusion et de coulée.*
(*Photo Irsid*).

charbons lorrains ou sarrois. La sidérurgie française, jusqu'ici tributaire du coke ou du charbon de la Ruhr, s'affranchit ainsi d'un risque de sujétion, et l'ensemble de la Communauté, qui devait importer un appoint de coke américain, pourra économiser ses devises.

Un problème lié aux précédents : celui de la préparation de la charge. Et voici quelques-unes des questions qui se posent en l'occurrence : A quelles dimensions faut-il concasser le minerai ? Comment le charger ? Doit-on mélanger intimement les fines de minerai avec le combustible ?... Il y a dans ce domaine des économies considérables à réaliser. Mais, avec le fonctionnement des hauts fourneaux, on se trouve en présence d'un problème particulièrement obscur et complexe, et pour pouvoir répondre à ces questions qui peuvent, de prime abord, sembler simples au profane, de multiples expérimentations doivent être menées à bien.

Pour passer de la fonte (qui contient 4 pour 100 de carbone) à l'acier, il existe, rappelons-le, trois procédés majeurs : procédé Thomas, four Martin, four électrique.

Le Service Aciéries de l'Institut, qui a son siège à Saint-Germain mais dont le personnel consacre la majeure partie de son temps à des études en usines, s'est spécialement intéressé au procédé Thomas, à qui l'on doit les trois quarts de la production du pays. Il consiste en un énergique soufflage d'air

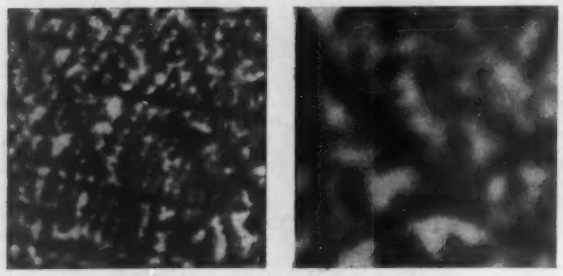


Fig. 4. — *Autoradiographies montrant la ségrégation du phosphore dans un acier au carbone.*
A gauche : état brut de coulée ; *à droite :* après recuit de 16 h à 1 200°. Grossi 5 fois. Le recuit, appliqué notamment à certaines pièces de forge, homogénéise le métal et diminue en particulier sa fragilité.

à travers le bain métallique que contient une cornue. Les scories fixent le phosphore, élément nuisible dans le produit fini et dont il faut se débarrasser en majeure partie (Et c'est là, notons-le, un sous-produit de grande valeur, car les scories phosphatées servent d'engrais). Ici, on a étudié en particulier l'utilisation d'air enrichi en oxygène qui, en améliorant le bilan thermique de l'opération, permet l'emploi de correctifs, et, en particulier, la fusion de quantités élevées de ferrailles avec un contrôle serré de la qualité de l'acier.

Cette qualité dépend notamment de la teneur en azote, qui doit être aussi faible que possible. L'azote, par sa présence dans le métal, est responsable de sa mauvaise *résilience* (résistance aux chocs) aux basses températures. Alors que des pays voisins se sont, non sans succès d'ailleurs, orientés vers une utilisation massive d'oxygène, de vapeur d'eau et de gaz carbonique dans le vent de soufflage, l'Institut a orienté de préférence ses recherches dans le sens d'un contrôle extrêmement rigoureux des conditions opératoires et espère arriver par ces moyens à des résultats importants avec des dépenses d'exploitation limitées.

Encore une question de haut intérêt : la recherche des moyens permettant de réduire les projections au convertisseur.

On aura une idée de l'importance des conséquences du fait qu'un convertisseur crache plus ou moins, en notant ceci : si l'on diminue de 8 kg les projections au convertisseur par tonne d'acier produit, l'économie réalisée par l'industrie française représente le budget annuel de l'Irsid, lequel est de l'ordre du milliard !

Pour ces recherches en vue de réduire les projections, des études ont été effectuées sur modèles réduits, à Grenoble, au Laboratoire dauphinois d'Hydraulique des Établissements Neyrpic. Ces études se sont révélées très fructueuses pour l'amélioration des formes du convertisseur Thomas et pour l'étude systématique, en aciérie, des facteurs conditionnant la soufflabilité des charges.

Il est aussi de grosses économies à réaliser avec les lingots, lesquels ne sont pas homogènes dans toute leur longueur. Il se forme des creux en tête, des failles dans leur partie antérieure, et l'on se trouve parfois contraint de « chuter » le tiers d'un lingot pour la fabrication des tôles. On essaye donc de mettre au point des dispositifs permettant l'obtention de lingots homogènes et, partant, d'éviter semblables pertes.

Pour la détection des défauts dans l'intimité de l'acier, les études relatives aux sondages par ultrasons sont particulièrement poussées. Un remarquable appareil a été récemment mis au point, qui permet l'examen des rails à la vitesse de 6 km à l'heure.

Equipement et méthodes. — Les moyens d'investigation les plus modernes sont mis ici à la disposition des chercheurs.

C'est ainsi qu'au département de la chimie analytique, riche en balances de précision, en électrolyseurs, en appareils de dosages de toutes sortes, on est admirablement équipé pour effectuer, par voie chimique et par spectrographie, les dosages difficiles comme celui des gaz dissous dans les métaux ou comme celui de la teneur en oxygène.

Insistons ici sur le dernier progrès de l'analyse spectrale en métallographie : les énergies des rayonnements électromagnétiques sélectionnés par l'analyse sont reçues sur des cellules à multiplicateurs d'électrons, dont la réponse quasi instantanée est amplifiée et enregistrée à l'aide d'un calculateur électronique appréciant les intensités relatives. Le spectrographe, dit « à lecture directe », donne, enregistrée, la teneur pour un élément en 50 s, les précisions concernant les autres éléments ne demandant ensuite qu'un petit nombre de secondes. A l'Exposition du centenaire de l'aluminium, le public a pu admirer en fonctionnement un tel appareil qui identifiait et

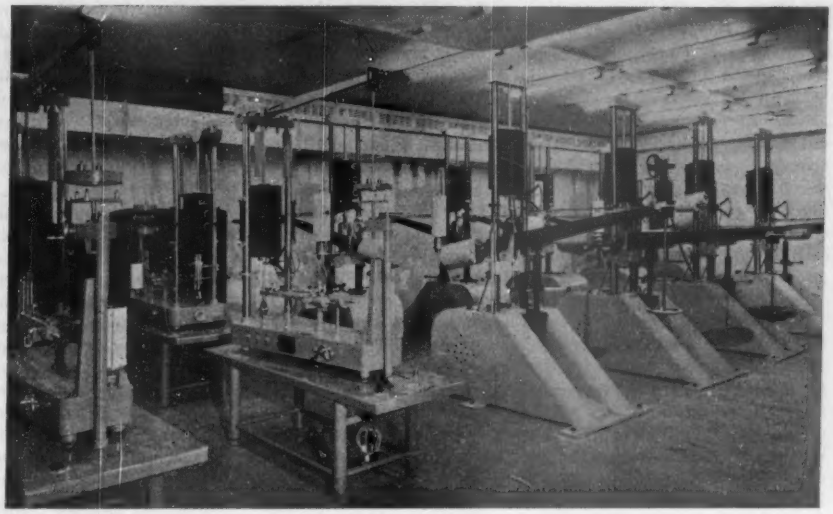


Fig. 5. — *Appareils spéciaux pour l'étude du fluage.*

Le fluage est l'écoulement plastique de l'acier sous l'effet d'une contrainte (tension, etc.) ; les essais, à diverses températures (500 à 600° C) durent jusqu'à 10 000 h.

(*Photo Irsid*).

dosait en deux minutes et demie les cinq éléments principaux d'un alliage d'aluminium.

Les laboratoires de physique, de métallographie et de physicochimie sont également dotés d'un arsenal complet — générateurs de rayons X, micromachines pour les essais de traction, de cisaillement et de torsion alternée, dilatomètres différentiels à enregistrement mécanique et optique, thermomagnétomètres pour l'étude des transformations magnétiques des alliages ferro-magnétiques, microscopes spéciaux, presses à enrober, à tronçonner ou à polir les échantillons, viscosimètres, appareils pour la mesure de la tension superficielle et de la densité des laitiers fondus, calorimètre à thermostat pour la mesure des chaleurs de réactions hétérogènes lentes.... Et l'on est aussi équipé pour faire usage des techniques nouvelles employant les radio-éléments comme subtils agents de détection.

En irradiant certains métaux ou composés chimiques, il est possible de rendre radioactives les impuretés qu'ils contiennent, sans qu'ils se trouvent eux-mêmes activés. Cette méthode est utilisée pour détecter la présence de traces infimes de gallium dans le fer, pour doser les faibles teneurs en carbone dans les aciers, en tantale dans les ferroniobiums. Ce dernier dosage, réalisé à Saint-Germain par M. André Kohn, constituait une gageure, étant donné que le tantale et le niobium, éléments homologues dans la classification des éléments, possèdent des propriétés chimiques extrêmement voisines.

La méthode *autoradiographique* est applicable aux échantillons métalliques. Et c'est là un nouveau et précieux moyen d'étude des *ségrégations* dans les alliages. On désigne par ce terme les zones hétérogènes qui se produisent au sein d'un alliage lorsque celui-ci se solidifie (fig. 4). Les ségrégations ont pour origine la non-homogénéisation des solutions successivement déposées. Les ségrégations peuvent être fort inopportunes et compromettre gravement la qualité de l'alliage, car les propriétés de celui-ci sont alors variables d'un point à un autre. Il est donc très important pour le métallurgiste de pouvoir les déceler avec précision.

Il faut souligner l'importance de l'atelier de mécanique où sont exécutés. d'une part, les appareils prototypes qui servent aux recherches de l'Institut, pyromètres, machines de rupture par fluage, etc. (fig. 5) ; d'autre part, les éprouvettes nécessaires

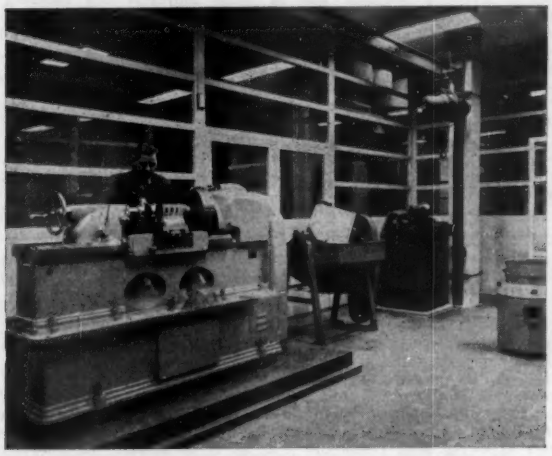


Fig. 6. — *Tour de haute précision pour l'obtention d'échantillons-types.*

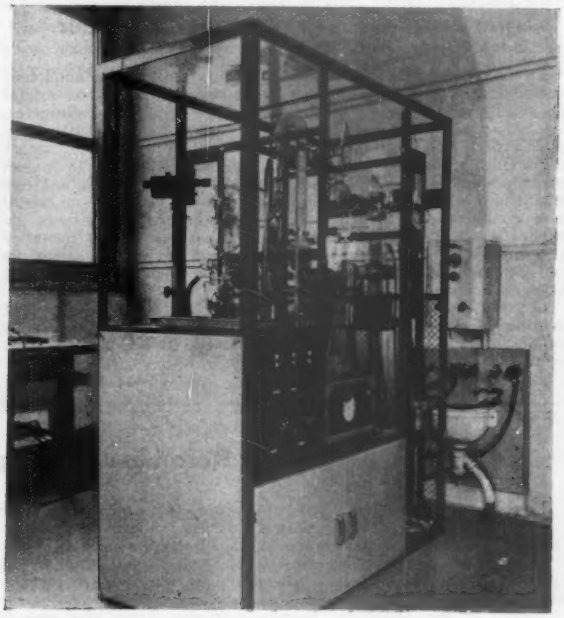


Fig. 7. — *Appareil pour le dosage des gaz sous vide.*

(*Photos Irsid*).

aux essais (fig. 6). C'est par dizaines de mille que ces éprouvettes ont été produites au cours de ces dernières années, — chiffre assez impressionnant, étant donné la précision extrême avec laquelle chaque éprouvette doit être usinée.

Parmi les autres services généraux, mentionnons, outre le service de documentation, l'important service de statistique, qui fait intervenir les plus abstruses mathématiques pour étudier, par exemple, la dispersion des mesures sur les essais des cokes et sur les analyses de minerais, les écarts entre la résistance de rupture mesurée d'un acier et la résistance calculée en fonction de la composition. Il y a là, par le truchement de calculs difficiles, tout un champ nouveau d'investigations singulièrement fécondes.

Activités extérieures. — Très nombreuses sont les vivifiantes « anastomoses » réalisées par l'Irsid. L'Institut de Saint-Germain est, en particulier, l'un des plus gros participants aux recherches internationales entreprises, d'une part, à Ymuiden, en Hollande, sur le rayonnement des flammes, d'autre part à Ougrée, près de Liège, sur le bas fourneau. Il est également en liaison et collaboration constantes avec maints organismes français et étrangers : les Charbonnages de France et les Établissements Neyrpic, comme nous l'avons déjà dit, l'Association pour l'étude de la cokéfaction des charbons lorrains, le Centre technique des industries de la Fonderie, l'Électricité de France, la S.N.C.F. (commission des rails, commission des défauts de bandages...), l'Association pour l'étude de la fluidisation, la Société d'étude pour l'application industrielle des ultrasons, etc.

L'Irsid s'efforce de poursuivre le plus possible de recherches en usine. Il est, en effet, impossible de reproduire exactement au laboratoire ce qui se passe dans les gros appareils sidérurgiques : en général, il n'y a pas de loi de similitude permettant de passer d'une échelle à l'autre. Par ailleurs, les avantages psychologiques des recherches en usine sont patents. Un contact plus étroit avec l'industrie en est la conséquence, et les problèmes qui l'intéressent apparaissent mieux. Un tel contact est profitable à tous. L'Institut confie, d'autre part, à des laboratoires spécialisés (laboratoires d'universités ou de grandes écoles, laboratoires privés de France ou de l'étranger) des recherches qu'il ne peut ou, pour diverses raisons, ne veut entreprendre.

Enfin l'Irsid a créé, organisé et pris en charge le Centre d'Études supérieures de la Sidérurgie (*Cessid*), installé à Metz, qui a pour but de donner un complément de formation technique à de jeunes ingénieurs sortis pour la plupart des grandes écoles et ayant déjà passé d'un à trois ans dans les services de fabrication des usines. Les progrès de la technique sidérurgique ont été tels, en effet, que l'enseignement des grandes écoles ne peut plus en donner un aperçu suffisamment complet.

L'enseignement porte essentiellement, d'une part, sur les principes scientifiques des méthodes de fabrication; d'autre part, sur la technologie (conduite des appareils, description du matériel). Il comporte aussi une initiation aux problèmes généraux de l'industrie sidérurgique et aux questions sociales, que l'on ne saurait ici négliger. Chaque stagiaire doit, en outre, suivre des cours d'anglais et d'allemand techniques. Une complexité croissante nécessite un savoir de plus en plus étendu et approfondi.

Enfin, un organisme indépendant mais complémentaire de tout cet ensemble est le Centre de documentation sidérurgique (*C.D.S.*) qui dissèque pour la profession l'ensemble des renseignements mondiaux susceptibles de l'intéresser en même temps qu'il publie et diffuse les travaux de l'*Irsid*.

FERNAND LOT.

Le contrôle des niveaux par rayons X et cristal détecteur

Un certain nombre de grandes brasseries américaines emploient un dispositif de contrôle rapide des niveaux utilisant un cristal de sulfure de cadmium, de la grandeur d'une tête d'allumette, excité par un tube à rayons X sous 80 000 V. Le cristal détecteur et le tube à rayons X sont placés à la hauteur désirée de part et d'autre du convoyeur transportant les récipients dont le niveau du contenu doit être contrôlé. Lorsqu'un récipient présentant une quantité insuffisante de liquide passe devant le détecteur, le cristal non conducteur est excité plus fortement par le faisceau de rayons X et devient alors bon conducteur ; ce changement de propriétés est utilisé pour faire fonctionner un circuit électrique qui actionne un dispositif à air comprimé éjectant le récipient hors du convoyeur.

Ce système de contrôle permet de vérifier 900 récipients par minute ; il peut être également utilisé pour contrôler le niveau de nombreux autres produits (lait, jus de fruits, huiles, poudres, etc.) contenus dans des emballages en carton.

La raréfaction des baleines dans l'Antarctique

Depuis la deuxième guerre mondiale, le chiffre de capture imposé annuellement aux baleiniers de l'Antarctique correspond à 16 000 unités de baleines bleues. Le professeur T. Ruud, dans son rapport à la F.A.O., concède que cette réglementation a déjà porté ses fruits. Cependant le biologiste a des raisons de s'inquiéter lorsqu'il constate que la taille moyenne des baleines bleues que l'on capture pour arriver au quota légal, est en diminution et qu'un tiers au moins des exemplaires sont des immatures. Ces faits représentent un danger pour l'avenir de l'espèce et en compromettent la reproduction. De même, bien que le stock de rorquals soit supérieur en nombre à celui des baleines bleues, il serait dangereux de capturer les premiers en plus grande quantité dans le but de compenser la diminution de la deuxième espèce. Il serait plus rationnel, si l'on désire perpétuer cette précieuse source de graisses et de protéines, de réduire les captures et de protéger plus efficacement à la fois baleines bleues et rorquals (Information U. I. P. N.).

Refroidissement par semi-conducteur

Les contacts semi-conducteurs ont la propriété remarquable d'avoir une force électromotrice thermoélectrique très élevée, environ cent fois plus grande que les couples thermoélectriques ordinaires. Or l'effet thermoélectrique est réversible et l'on sait que, quand on fait passer un courant de sens convenable dans une soudure thermoélectrique, celle-ci se refroidit et absorbe une quantité de chaleur fonction de ses propriétés thermoélectriques. C'est dire que la grandeur de l'effet thermoélectrique chez les semi-conducteurs tels que bismuth/tellure ouvre de nouvelles perspectives d'application à ce phénomène longtemps négligé. Ainsi la General Electric a pu démontrer qu'un tel couple était susceptible de fabriquer de petits cubes de glace. Il y a là le germe d'une application importante si l'on parvient à réduire suffisamment les fuites de chaleur dues à la conductivité thermique, sans abaisser pour autant la conductivité électrique, c'est-à-dire si l'on parvient à déjouer les effets de la loi de Wiedeman et Franz qui établit un rapport constant entre ces deux grandeurs pour un métal massif ; on pourrait y parvenir en réalisant par exemple des conducteurs électriques comportant des trous ou des cellules s'opposant à la propagation de la chaleur.

Les Termites de France

Biologie et mœurs, dégâts et moyens de lutte

Une récente découverte de termites dans le quartier des Ternes, à Paris, succédant à celle du quartier de la Sorbonne (La Nature, *août 1953, p. 252) oblige à se demander si ces dangereux insectes, jusqu'ici inféodés surtout à notre sud-ouest, ne sont pas en voie de s'implanter durablement plus au nord. Quoi qu'il en soit, l'expérience acquise dans le sud-ouest doit retenir l'attention de tous. M. F. Chaboussou, directeur de recherches à l'Institut national de la Recherche agronomique, expose ci-dessous ce qu'il faut connaître de la biologie de ces ravageurs des habitations, ainsi que les précautions et moyens de lutte qui s'en déduisent.*

★

Aussi bien en 1922-1923, où l'on trouvait des Termites dans une serre chaude du Muséum, qu'en 1945 où un foyer fut découvert dans un jardin du quartier de la Muette, il s'agissait simplement de petites colonies composées d'un nombre restreint d'individus. Il en va tout autrement, semble-t-il, avec les découvertes d'octobre 1952 dans le quartier de la Sorbonne et de juin 1954 dans la rue Poncelet. Dans ces deux cas en effet, c'est tout un pâté de maisons parisiennes qui s'est révélé plus ou moins envahi. Contrairement à ce que l'on pensait communément jusqu'ici, les termites peuvent donc parfaitement s'implanter au nord de la Loire et, à la faveur de certaines conditions d'humidité et de chaleur, y proliférer de façon sérieuse.

Marche de l'invasion. — C'est à Rochefort, en 1797, que fut constatée pour la première fois la présence de termites dans l'ouest de la France. Pendant très longtemps, on admit qu'ils provenaient d'un navire revenu d'un séjour prolongé aux Antilles en 1780 et se trouvant en démolition dans le port. En quelques années, les termites se manifestèrent dans les divers quartiers de la ville, puis dans les faubourgs. On les retrouve bientôt à Tonnay-Charente, Soubise, Saint-Savinien, La Rochelle, Saintes, etc.

A Bordeaux, la première constatation de dégâts de termites date seulement de 1853. Leur apparition aurait remonté à 1851 ou 1852, probablement à la suite de l'apport de bois de chauffage provenant de la forêt landaise. A l'heure actuelle, de nombreux quartiers de la capitale girondine sont envahis au point que la présence de termites dans une maison n'entraîne plus automatiquement, comme jadis, la résiliation du contrat de vente.

Le Termite de La Rochelle et celui de Bordeaux constituent d'ailleurs deux espèces différentes, toutes deux indigènes, mais dont les aires d'extension ne sont pas encore parfaitement délimitées. D'une façon générale, on peut dire cependant que le Termite de Saintonge (*Reticulitermes flavipes*, var. *santonensis* Kollar) exerce ses ravages dans les départements de la Charente, de la Charente-Maritime, de la Vendée, des Deux-Sèvres et de la Loire-Inférieure (fig. 5 et 6).

Dans la région plus au sud, Gironde, Landes, Basses et Hautes-Pyrénées, Lot-et-Garonne, etc., sévit le Termite lucifuge (*Reticulitermes lucifugus* Rossi) (fig. 2) originaire de la forêt landaise, où il vit aux dépens des vieilles souches de Pin laissées sur place après abattage. Une troisième espèce vit également en France, le Termite de Provence (*Calotermes flavicollis*) dont les colonies, pauvres en individus, ne hantent guère que les arbres morts et n'ont qu'une faible importance économique. C'est le Termite lucifuge qui a été trouvé à Paris, dans l'humus et la terre humide d'un jardin du quartier de la Muette en 1945, et qui serait provenu d'un arrivage de bois de la région de Bordeaux, deux ans auparavant. Quant au quartier des Ternes, il serait, au contraire envahi par le Termite de Saintonge, arrivé, croit-on, à Paris dans le bois d'un vieux meuble provenant de La Rochelle.

Distinction avec les fourmis ; nature des dégâts. — Bien souvent, en particulier au moment de l'essaimage, on a confondu les termites avec les fourmis (les premiers communément appelés d'ailleurs « fourmis blanches »). Il est pourtant facile de ne pas se méprendre : chez les fourmis, les ailes sont transparentes et de taille inégale, et de plus, le thorax et l'abdomen sont séparés par un net étranglement, tout comme celui des guêpes. Chez les termites au contraire, les ailes, de même longueur, sont de couleur enfumée et d'aspect réticulé; quant au thorax et à l'abdomen, ils sont d'égale épaisseur, sans resserrement (fig. 1).

Fig. 1. — *Différences entre une fourmi* *(à gauche)* ***et un termite.***
(Dessin de G. Boca*).*

Par ailleurs, la nature des attaques permet de faire aisément la distinction entre ces deux catégories d'insectes sociaux. Si les fourmis peuvent éventuellement nicher dans des pièces de bois plus ou moins décomposées, elles ne les attaquent pas à véritablement parler. Au contraire, en dehors de la « rumination sociale » ou *trophallaxie* (échanges d'aliments stomodéaux ou proctodéaux), les termites sont avant tout *xylophages*. Les résineux, Pin et Sapin, sont particulièrement atteints, mais aussi les bois de Peuplier, de Chêne, et de bien d'autres essences, pourvu qu'ils présentent un degré d'humidité suffisant. On peut même se demander, avec le professeur P.-P. Grassé, s'il existe des colonies de termites vraiment

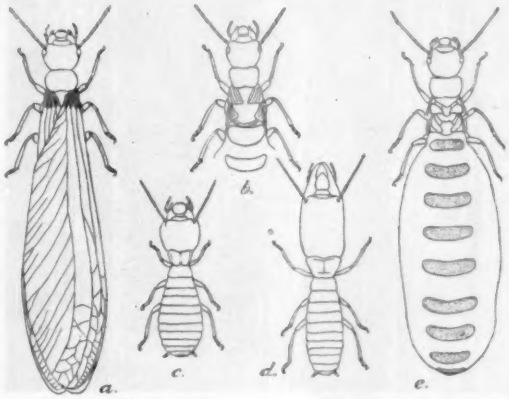


Fig. 2. — *Le Termite lucifuge* **(Reticulitermes lucifugus).**
A, sexué essaimant ; B, partie antérieure d'un sexué après la chute des ailes ; C, ouvrier ; D, soldat ; E, reine. Grossissement : × 5.

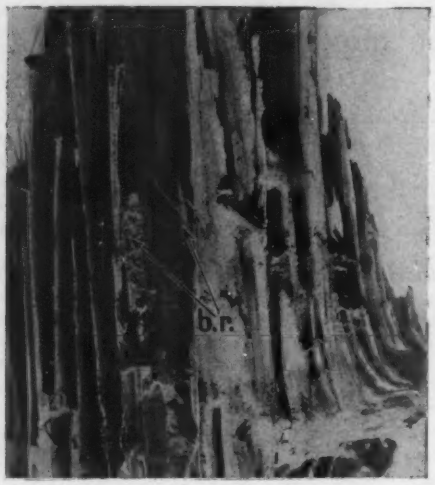


Fig. 3. — *Dégâts du Termite lucifuge dans une pièce de bois ouvrée (linteau).*
Remarquer l'aspect du bois en feuillets (formations d'automne respectées) ; b. r., bois remanié.

capables de se reproduire et de s'accroître en s'alimentant exclusivement de bois sain : les *Rhinotermitidæ* se nourrissent en effet volontiers de bois attaqué par les champignons. Cependant les termites digèrent la cellulose par l'intermédiaire de Flagellés symbiotiques situés dans l'ampoule rectale du tube digestif et dont une diastase transforme la cellulose en glucose.

Comme les insectes rongent seulement les formations de printemps, plus tendres, le bois attaqué par les termites paraît comme fouillé à la gouge dans le sens longitudinal, donnant aux pièces atteintes un aspect feuilleté caractéristique (fig. 3 et 4). Ces dégâts sont donc très différents de ceux causés par les vrillettes, Coléoptères des genres *Anobium* et *Xestobium*, qui pratiquent dans les bois œuvrés des orifices de sortie circulaires, visibles de l'extérieur comme des impacts de petits plombs. De même, on ne saurait les confondre avec les ravages du Longicorne : le Capricorne des Maisons (*Hylotrupes bajulus*), dont les larves creusent des galeries aux parcours volontiers sinueux et encombrées de vermoulure.

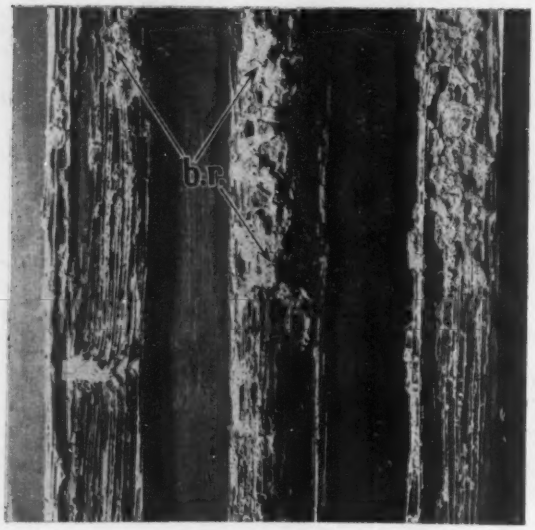


Fig. 4. — *Dégâts de termites dans les plinthes.*
Remarquer ici encore l'aspect du bois en feuillets, ainsi que le bois remanié (b. r.).

Importance des ravages. — A. de Quatrefages décrit ainsi les déprédations de certains termites tropicaux : « On les a vus, dans une seule nuit, pénétrer par le pied d'une table, le traverser de bas en haut, atteindre la malle de l'ingénieur placée au-dessus, et en dévorer si complètement le contenu que, le lendemain, on ne trouva pas une seule pièce de vêtement qui ne fût criblée de trous. Quant aux papiers, plans et crayons du propriétaire, ils avaient disparu, y compris la mine de plomb ». On cite aussi le cas d'explorateurs qui, pendant leur sommeil, eurent leur chemise entièrement dévorée par eux.

Il s'agit évidemment là d'exploits de termites exotiques, à coup sûr plus virulents que les nôtres, et que Linné a pu appeler « le plus grand fléau des Indes ». On aurait grand tort toutefois de sous-estimer la nocivité de nos termites indigènes. A la différence en effet de ce qu'écrivait Maeterlinck, à la suite du naturaliste Lespès, les termites de France ne sont nullement ces insectes « dégénérés, fragiles, minables, peu nombreux, inoffensifs, et presque sans défense », « ne s'introduisant que fort rarement dans les maisons et n'y faisant que d'insignifiants dégâts ». Bien au contraire, les dommages causés par ces Isoptères dans l'ouest et le sud-ouest de la France sont souvent très graves et très répandus.

Le cas de la Préfecture de La Rochelle est célèbre. On cite souvent la mésaventure de cet employé faisant un faux-pas dans l'escalier et enfonçant la main jusqu'au-dessus du poignet dans une poutre de chêne dont l'intérieur, entièrement formé de cellules abandonnées, s'égrenait avec un grattoir, la couche laissée intacte n'étant guère plus épaisse qu'une feuille de papier. Effectivement, la plupart des poutres, solives et planchers de la Préfecture étaient entièrement minés par les termites qui avaient en outre dévoré une grande partie des livres de la bibliothèque et des archives, et fait maintes incursions dans les registres de l'état civil.

Les anecdotes de ce genre abondent : c'est ainsi que certains pensionnaires d'une hôtellerie à Rochefort tombèrent un beau jour dans la cave, le parquet de la salle s'étant effondré sous leur table. Depuis, de fréquents cris d'alarme ont été poussés tour à tour par des naturalistes comme Quatrefages, Blanchard, Charles Pérez, Chaîne, et enfin par le docteur J. Feytaud. Malgré cela, les termites, favorisés aussi bien par les défectuosités dans la construction des immeubles que par l'ignorance du public à l'égard des moyens de lutte, continuent à exercer leurs dégâts dans tout l'ouest et le sud-ouest de la France : on estime à plus de 30 000 le nombre d'immeubles sérieusement atteints en Charente-Maritime. Tout récemment d'ailleurs, par quelques séquences significatives, les Actualités françaises viennent d'attirer l'attention sur les graves dommages occasionnés par le Termite de Saintonge en Vendée et en Charente-Maritime. On a pu voir notamment des planchers, poutres et solives entièrement minés par ces insectes et ayant entraîné la ruine totale de nombreuses habitations. La côte atlantique aux environs de La Rochelle, et toute la partie orientale de l'Ile d'Oléron notamment, sont particulièrement touchées par les ravages du Termite. Ceux-ci ne se limitent d'ailleurs pas aux meubles et boiseries mais concernent également : les draps, le linge, les étoffes diverses, les billets de banque, etc. Dans les celliers : cuves et tonneaux sont transpercés, et un jour tout se vide. En Charente, de nombreux villages sont ruinés par les termites.

Ajoutons que le Termite de Saintonge, à la différence du Termite lucifuge, n'épargne même pas les arbres sur pied parfaitement vigoureux, comme le Poirier, le Pommier, le

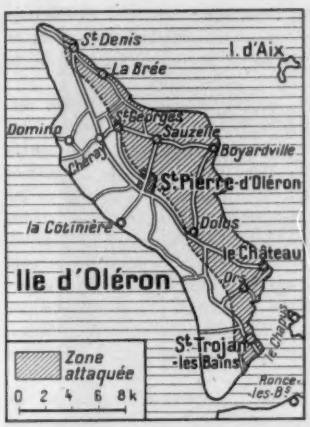


Fig. 5 *(à gauche).* — ***Les termites dans l'Ile d'Oléron.***
Les vents dominants du nord-ouest, qui pourraient repousser les sexués au moment de l'essaimage, expliquent sans doute que la partie occidentale de l'île reste indemne.

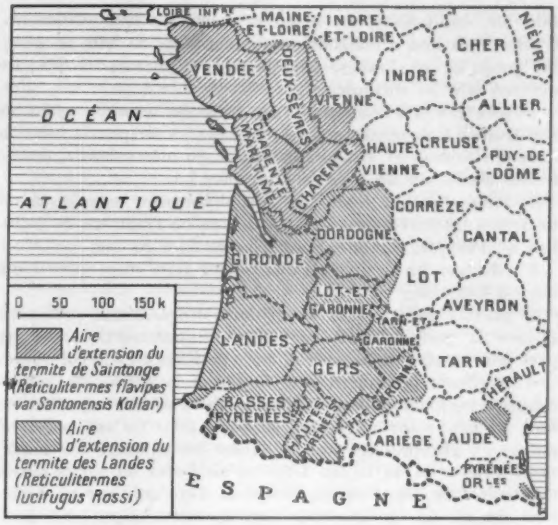


Fig. 6 *(à droite).* — ***Extension des deux espèces de termites dans l'ouest et le sud-ouest de la France.***

Cerisier, le Châtaignier, le Figuier, l'Ormeau, le Marronnier, le Robinier faux-acacia, le Peuplier, le Chêne, le Pin et le Sapin. Dans une localité de la Charente-Maritime, Chaîne a évalué au cinquième la proportion des arbres atteints ! De même, certaines plantes annuelles dont la tige est tant soit peu consistante, comme la Fève, le Chou, le Dahlia, sont fréquemment attaquées. Le seul moyen de conserver les Géraniums (*Pelargonium*) est de les mettre en pots et de les placer sur des étagères en métal. Ainsi, bien que certaines plantes très cultivées comme la Vigne, ne plaisent pas aux Termites, ces dangereux insectes posent cependant un problème de défense des cultures.

Quant au Termite lucifuge, s'il ne s'attaque nullement aux végétaux vivants, ses dégâts dans les habitations sont en tous points semblables à ceux de son collègue de Saintonge. Il est notamment très répandu dans toute la région landaise et le bassin de la Garonne, particulièrement dans les vallées et les terrains humides. Une récente enquête a permis d'établir, par exemple, qu'il a envahi plus du tiers des communes du Lot-et-Garonne.

Mode d'invasion des maisons ; mesures préventives. — D'une façon générale, la contamination des immeubles par les termites se fait beaucoup plus par approche que par essaimage, et par l'intermédiaire du bois à proximité du sol. C'est souvent à partir de souches d'arbres, ou d'une maison voisine déjà attaquée, que les insectes envahissent une habitation (fig. 7). Les colonies anciennes émettent en effet des réseaux de canalisations pouvant se prolonger assez loin et sur le parcours desquels s'épanouissent des bouturages du nid initial. Les termites creusent ainsi les bois proches des fondations, puis tous ceux qui présentent un degré d'humidité suffisant. Un certain degré hygrométrique, de l'ordre de 50 pour 100, est en effet indispensable à la vie des termites dont le mince tégument laisse s'évaporer l'eau des humeurs. Ces insectes, du moins nos espèces indigènes, ne sauraient donc subsister dans les endroits relativement secs.

Cependant la termitière et ses dépendances constituant un système parfaitement clos, toujours isolé, sans ventilation, il est parfois possible à ses habitants d'y maintenir artificiellement l'état hygrométrique qui leur est indispensable. C'est ainsi que les termites peuvent parfois gagner le premier et même le deuxième étage des maisons, ainsi que nous l'avons vu par exemple dans certaines villas de la côte charentaise ou de la côté basque.

De la biologie des termites découle d'une part l'ensemble des précautions auxquelles on doit veiller au moment de la construction d'une habitation, et d'autre part les mesures de prophylaxie à prendre dans un immeuble déjà attaqué. A cet égard, les architectes et entrepreneurs français pourraient largement profiter de l'expérience de leurs collègues étrangers des régions tropicales ou équatoriales.

Tous les entomologistes reconnaissent que la lutte contre les termites déjà installés dans un immeuble est longue, difficile, et toujours onéreuse. Elle n'est cependant pas impossible comme nous le verrons plus loin lorsque nous parlerons des traitements curatifs. Mais il est beaucoup plus indiqué de prendre à l'avance toutes dispositions utiles pour la protec-

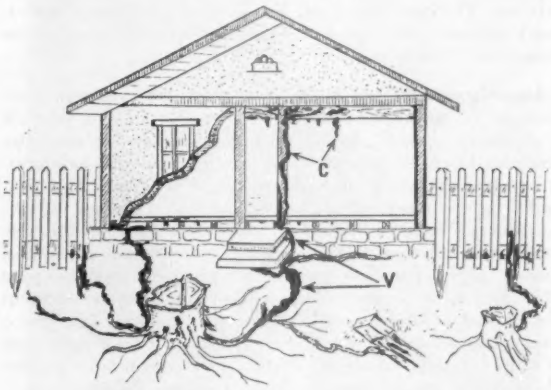


Fig. 7 *(ci-dessus).* — ***Mode de contamination d'une maison à partir d'une souche ou de pièces de bois se trouvant à proximité.***
V, voie d'accès des termites ; C, canalicules resurgissant des murs ou pendant des poutres.

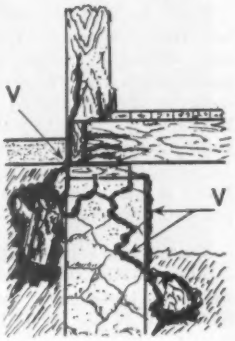


Fig. 8 *(ci-contre).* — ***Les débris de bois présents dans le sol, même en très petite quantité, permettent aux colonies de termites de se développer et d'envahir une maison.***
V, voie d'accès des galeries par lesquelles se propagent les insectes.

tion des habitations, au moment même de leur édification. C'est ce que l'on a malheureusement négligé de faire en général jusqu'ici en France. Les principales mesures à prendre devront être les suivantes :

1° procéder à l'éradication des nids de termites avant de construire ; rechercher au préalable s'il n'existe pas de termites dans le voisinage et, dans l'affirmative, ou même dans le doute, traiter le sol comme il est indiqué plus loin ;

2° avant d'établir les fondations, débarrasser soigneusement le terrain de tout débris de bois, racine ou fragment de cellulose quelconque, sur une profondeur de 60 à 80 cm ;

3° effectuer un drainage sérieux pour faire disparaître toute trace d'humidité ;

4° prévoir enfin toutes dispositions utiles, d'une part pour assurer la parfaite siccité de la future construction, d'autre part pour permettre sa surveillance permanente. A cet égard, une excellente précaution sera de placer le niveau du rez-de-chaussée toujours au-dessus du sol et de construire sur cave, ou tout au moins sur un espace suffisant pour qu'une personne puisse s'y glisser à des fins de visites périodiques. Les fondations s'élèveront au moins à 50 cm au-dessus du sol et seront construites en béton ou en matériaux durs unis par un excellent ciment (fig. 9). Des soupiraux seront ménagés pour assurer une bonne ventilation.

En ce qui concerne la construction elle-même, on isolera du sol la maçonnerie en élévation ; on utilisera le plus possible, en particulier pour le rez-de-chaussée : le béton, le fer, le carrelage, et d'une façon générale tous les matériaux inattaquables. C'est ce qui ressort en particulier de l'enquête faite dans les pays du Commonwealth britannique, où l'on note à peu près dans tous les pays une tendance générale à remplacer le bois par du béton dans les fondations et par du métal pour les encadrements des fenêtres.

L'emploi du béton n'empêche nullement d'ailleurs le passage de l'humidité dans le bois lorsque ce dernier se trouve en contact avec lui ; c'est pourquoi il est bon de placer des écrans hydrofuges pouvant jouer un double rôle en arrêtant à la fois les termites et l'humidité.

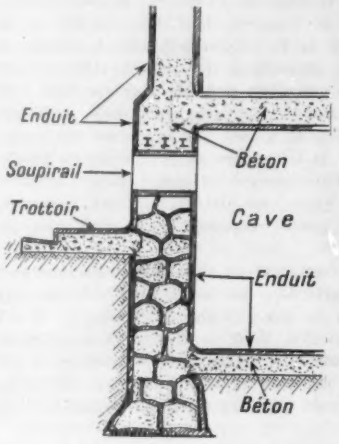
Imprégnation des bois. — Si pour une raison quelconque, on est amené à employer le bois, on veillera à ce qu'il n'ait aucun contact avec le sol. Les planchers devront être posés sur béton, en prenant les précautions ci-dessus indiquées. Il sera bon également, sinon nécessaire, d'imprégner d'un produit à la fois insecticide et fongicide toutes les poutres ou solives situées à moins de 50 cm du sol. Ces produits devront présenter à la fois une bonne puissance de pénétration, la plus grande persistance possible, enfin être peu toxiques pour l'homme. Pour cette dernière raison, on devra absolument écarter tout produit arsenical, même sous la forme insoluble : les insecticides de ce genre constituent en effet un danger pour la santé, étant parfaitement capables d'être décomposés par des champignons en formant des produits volatils toxiques.

Parmi les produits commerciaux à retenir, nous citerons les sels minéraux comme le sulfate de cuivre ou le chlorure de zinc, les huiles lourdes du genre créosote (les produits de ce genre, purifiés et excellents, se trouvent actuellement dans le commerce), enfin certains produits de synthèse modernes comme le chloronaphtalène et les dérivés complexes des phénols (pentachlorophénol et pentachlorophénate de soude), additionnés ou non d'un insecticide comme l'hexachlorocyclohexane ou HCH, et que l'on pourra employer aussi bien en traitement préventif que curatif.

Symptômes présentés par les maisons attaquées. — Un signe infaillible de l'invasion d'une maison par les termites est l'essaimage, c'est-à-dire la brusque sortie au mois de mai ou de juin de milliers d'individus ailés prenant leur vol en direction de la lumière. Tous ces émigrants sont des sexués dont l'activité génésique ne peut se manifester au sein de la société et se déclenche dès qu'ils se trouvent séparés de la colonie.

Avant l'essaimage, les larves ou les ouvriers forent des orifices de sortie, souvent multiples, situés sur les façades des maisons, ou même, quand il s'agit de colonies citadines, entre les petits pavés du trottoir. Ces ouvertures, où quelques soldats paraissent monter la garde, sont d'ordinaire pratiqués dans les régions les plus chaudes du nid, exposées au sud ou au sud-ouest. Chez le Termite lucifuge, la sortie, qui a lieu d'habitude à la fin d'avril ou au début de mai, commence d'ordinaire vers neuf heures du matin pour se terminer vers midi ou une heure. Très abondante au début, elle ne s'opère plus ensuite que par petits groupes ou par individus isolés. Le froid contrarie l'essaimage et le ralentit, pouvant même le retarder de plusieurs jours.

Bien que l'attraction sociale ait disparu au moment de l'essaimage, le vol est cependant très court (quelques centaines



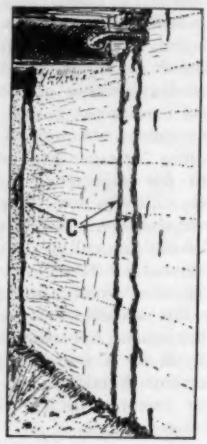


Fig. 9 *(à gauche).* — ***Bâtiment en maçonnerie surélevée, à l'épreuve des termites.***

L'enduit de béton est continu avec le trottoir qui, solidement encastré dans le mur, fait obstacle à toute tentative d'invasion.

Fig. 10 *(à droite).* — ***Canalicules de bois remanié (c) construites par les termites le long des murs d'une cave et faisant communiquer la terre et le plancher du rez-de-chaussée.***

de mètres à peine). Bientôt, les conjoints perdent leurs ailes le long d'une suture déjà marquée, puis creusent une logette dans la terre ou le bois, et ils s'y accouplent : c'est la chambre nuptiale ou copularium, toujours aménagée dans un endroit humide. La découverte des ailes près d'une façade ou d'un arbre est donc la preuve d'une invasion dans le voisinage. De même la présence dans une maison de canalicules de bois remanié est l'indice certain d'une attaque, la discontinuité des bois ne rebutant nullement en effet les termites qui, pour franchir les intervalles, construisent fréquemment de telles galeries de la grosseur d'un crayon. Il les utilisent notamment pour passer du sol des caves dans les poutres ou les planchers : on voit ainsi ces constructions plaquées contre les murs de fondation ou même dans les pièces d'habitation, notamment dans les encoignures, resurgissant des plâtres ou de la tapisserie, ou encore pendant des poutres à la façon de stalactites (fig. 10).

Ces premiers signes ayant donné l'éveil, l'investigation des maisons suspectes devra porter sur les endroits les plus humides de l'immeuble. Les parties battues par les pluies, c'est-à-dire

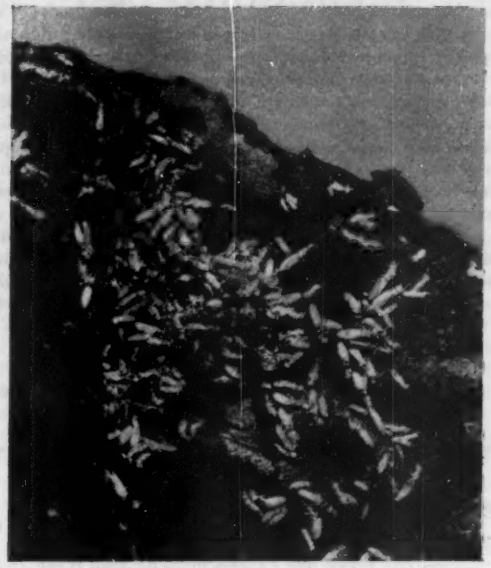


Fig. 11. — *Amas de termites lucifuges dans une souche de pin récemment ouverte.*

orientées vers l'ouest ou le sud-ouest dans la contrée bordelaise, sont fréquemment le point de départ des invasions. Quant aux différentes pièces de bois posées à même le sol, presque sacrifiées par avance, dans une région infestée, elles feront l'objet d'un examen tout particulier : un plancher qui flanche le long des murs est, presque à coup sûr, l'indice d'une attaque des solives par les termites.

En résumé, toutes les pièces de bois situées dans les parties plus ou moins humides devront être considérées comme suspectes. On les sondera au moyen d'un outil acéré pour se rendre compte de leur contexture. Il faudra aussi se souvenir que si les termites n'attaquent pas la pierre proprement dite, ils peuvent parfaitement pénétrer dans les murs ou les plafonds en traversant les plâtres ou les mortiers de qualité médiocre. Ils y installent ainsi des nids de résistance qu'il est extrêmement difficile de réduire lors d'un traitement curatif. Aussi sera-t-il indiqué de les piéger au moyen de cubes de vieux bois humide et tendre, encastrés dans les zones suspectes.

La principale mesure d'assainissement d'une maison termitée devra être l'élimination de toute humidité. On évitera notamment par des mesures appropriées toute stagnation d'eau à la base des murs.

Traitements curatifs. — Le traitement primordial sera l'*empoisonnement du sol*, exécuté aussi soigneusement que possible. Pour cela on creusera, le long des murs et de chaque côté, une tranchée continue de la largeur d'un fer de bêche. En ville, s'il existe une cave, cette opération sera faite, d'une part, dans la cave elle-même; d'autre part on pratiquera dans le trottoir, à la barre à mine, des trous espacés de 50 cm environ dans lesquels on versera le produit. La tranchée sera d'autant moins profonde que le mur sera davantage poreux. On compte en moyenne 40 à 50 cm. Une partie du produit choisi sera placé au fond, puis la tranchée sera partiellement comblée et le restant de la bouillie ou de la poudre sera versée par-dessus, de façon que l'insecticide soit bien mélangé à la terre (fig. 12).

Avant tout traitement des bois à l'intérieur des maisons, on devra enlever les boiseries particulièrement attaquées et les brûler immédiatement. Cependant toutes les pièces atteintes ne sont pas obligatoirement à remplacer. Les poutres, par exemple, le plus souvent endommagées dans l'aubier et à proximité des murs seulement, pourront, si elles ne sont pas trop envahies, être parfaitement sauvées par des badigeonnages, ou mieux encore par des injections d'un produit à la fois insecticide et insectifuge. Ce produit sera versé dans des trous pratiqués à la mèche à bois jusqu'au cœur de la poutre, espacés de 50 cm environ, puis rebouchés ensuite à l'aide de chevilles. On trouve d'ailleurs dans le commerce des ampoules contenant certaines spécialités et qui éclatent dans le bois lorsque l'on enfonce la cheville.

On procédera de même dans les murs servant de passage aux insectes, en perçant au ciseau à froid des galeries en oblique où l'on versera le produit jusqu'à refus. A l'heure actuelle, d'excellents insecticides sont à notre disposition pour la lutte contre les termites. L'hexachlorocyclohexane ou HCH et le chlordane sont particulièrement efficaces et persistants. Les dérivés complexes des phénols, bien que moins toxiques pour les termites, se recommandent par leurs propriétés fongicides, notamment par leur action contre la Mérule ou champignon des maisons. On trouve d'ailleurs dans le commerce des spécialités mixtes à base de pentachlorophénols et d'HCH, qui nous ont donné d'excellents résultats, tant en traitements curatifs que préventifs. Le solvant varie suivant l'usage auquel on destine le produit : traitement du sol, des bois extérieurs et intérieurs ou des meubles. Ces différentes spécialités doivent être manipulées avec certaines précautions par suite de leur action irritante sur les muqueuses.

Les produits à base de chloronaphtalène, également fongicides, pourront être aussi utilisés. Émettant des vapeurs toxi-

Fig. 12. — *Traitement curatif d'une maison envahie par les termites.*
On désinfecte le sol le long des murs extérieurs.

ques, ils seront d'une grande efficacité en traitement curatif.

Ces spécialités ont déjà donné d'excellents résultats dans la lutte contre d'autres insectes du bois comme les *Anobium* et les *Hylotrupes*. Les naphtalènes chlorés présentent une odeur assez persistante et entêtante, mais elle disparaît après séchage complet.

Mentionnons aussi certaines spécialités à base d'huiles de goudron raffinées provenant d'anthracites sélectionnés du Pays de Galles et qui sont d'une efficacité supérieure à celle des simples carbolinéums, comparable à celle de la créosote. Elles ont, sur la créosote, l'avantage de ne teinter que très légèrement le bois, ce qui permet de les utiliser à l'intérieur.

Citons enfin les huiles extraites de certains calcaires bitumeux de Franche-Comté contenant des produits thiophéniques, notamment de l'hexylthiophène qui s'est révélé comme un insecticide remarquable contre l'*Hylotrupes bajulus*. Son efficacité dans le traitement des bois serait comparable à celle des naphtalènes chlorés ou des phénols chlorés.

Pour terminer, nous devons rappeler que les modes d'attaque des maisons par les termites peuvent être assez différents et complexes; on devra donc faire appel à un technicien spécialisé, ayant des connaissances entomologiques suffisantes. Dans le sud-ouest, il serait même souhaitable que soit constitué un corps de spécialistes formés à cet effet.

Disons enfin que, malgré tous les soins que l'on peut apporter aux traitements, par suite de la faculté qu'ont les termites de subsister grâce aux « néoténiques », il faudra se garder de croire que la désinfection sera faite une fois pour toutes, avec une totale et définitive éradication. Cependant, si plusieurs années sont souvent indispensables pour obtenir un complet assainissement, une lutte judicieuse, associée aux mesures de prophylaxie nécessaires, permet de venir parfaitement à bout des termites attaquant un immeuble.

Francis Chaboussou,
Directeur de recherches à l'Institut national
de la Recherche agronomique.

Grands barrages et protection de la nature

L'installation d'un barrage hydroélectrique pose des problèmes que les ingénieurs ne sauraient résoudre à eux seuls. Comme dans tous les grands travaux de ce genre, la collaboration du géologue est évidemment requise pour une étude préalable des terrains, pour s'assurer notamment qu'ils sont imperméables ou que les fuites pourront être colmatées. Un grand danger aussi est représenté par les apports solides de la rivière qui peuvent rapidement envahir le bassin de retenue. Un boisement convenable peut limiter cet apport en protégeant les pentes contre l'érosion. Ce sont là des mesures qui intéressent la protection du barrage lui-même et l'ingénieur est suffisamment averti de leur importance.

Mais l'établissement d'un grand barrage a, d'autre part, des incidences directes ou indirectes sur l'économie naturelle de la région où il est implanté. Un village, par exemple, peut être contraint à disparaître; un tel drame ne saurait passer inaperçu et les discussions qu'il peut susciter sont dans toutes les mémoires. Mais il est d'autres conséquences moins visibles, moins émouvantes, ou à plus longue échéance, sur lesquelles l'attention a rarement été attirée. La 3e assemblée générale de l'Union internationale pour la protection de la nature, tenue à Caracas en 1952, s'est préoccupée de ce problème et le *Bulletin d'information* de l'Union a récemment publié à ce sujet diverses observations et informations intéressantes.

L'édification d'un grand barrage a d'abord pour conséquence la mise sous l'eau, intermittente ou définitive, des fonds et des flancs de la vallée sur une certaine portion de l'amont. Evidemment tout ce qui est sous le plan d'eau est immédiatement sacrifié : ce sont quelquefois des forêts entières, ou de grands troupeaux de mammifères, comme on en a vu un exemple en Colombie britannique. Les variations saisonnières du niveau du lac de retenue apportent également un trouble dans les associations vivantes. En aval, les conséquences sont moins immédiates, mais l'abaissement du plan d'eau, entraînant celui de la nappe phréatique, a souvent des conséquences funestes sur la végétation, par là sur la faune et quelquefois sur les établissements humains. Enfin, plus rarement, une cause plus grave encore de déséquilibre réside dans le détournement de masses d'eau qui, s'écoulant normalement dans un bassin fluvial, sont envoyées artificiellement dans un bassin voisin.

C'est ainsi qu'un projet de barrage sur la Wutach, dans la Forêt Noire provoque de vives controverses. Indépendamment des intérêts touristiques qui seraient gravement menacés, les hydrologues ont prévu que l'abaissement du plan d'eau en aval du barrage pourrait priver d'eau une partie de la région et que cette disette se ferait sentir jusque dans certains villages suisses du canton de Schaffouse. En tout cas, du point de vue de l'histoire naturelle, le barrage de la Wutach consommerait un désastre. Cette vallée, dans une situation exceptionnelle aux confins des bassins du Danube et du Rhin, recèle la moitié des espèces végétales sauvages qu'on peut trouver en Allemagne. La faune en est également riche et rare surtout pour les oiseaux. La région avait été classée par les autorités du Pays de Bade avant la guerre.

Un danger identique menace aujourd'hui les grands Parcs nationaux américains que l'on croyait bien à l'abri. Paradoxalement, alors que le public s'intéresse de plus en plus à ces parcs, et que l'affluence des visiteurs y pose un problème difficile, certains d'entre eux risquent d'être détruits par la construction de grands barrages. Avec eux disparaîtraient définitivement de magnifiques espèces dont ils sont les refuges. L'homme juge qu'il n'y a plus de place sur la terre pour ce qui n'apporte pas un profit matériel immédiat.

Il ne s'agit certes pas d'enrayer le développement économique des pays qui ont un besoin pressant d'énergie électrique. Il s'agit de ne pas opérer de destructions aveuglément, sans en avoir mesuré l'ampleur et pesé la nécessité; il s'agit de ne pas provoquer dans la nature des ruptures d'équilibre sans en avoir prévu les conséquences. C'est dans cet esprit qu'à la suite d'une résolution du Congrès scientifique du Pacifique, en 1953, ingénieurs, géologues, biologistes ont examiné ensemble quelles seraient les répercussions de la construction d'un grand barrage à Ambuklao, dans le nord de l'Ile Luzon. C'est dans le même esprit qu'à Modane, des biologistes ont été récemment appelés à étudier avec les ingénieurs le projet de barrage du Mont-Cenis.

Ces réflexions peuvent être étendues à tous les grands travaux dont l'homme couvre la planète et plus généralement à toutes les modifications qu'il apporte dans les milieux naturels. Comme dans le cas de la myxomatose, certains esprits à courte vue ne veulent considérer que les avantages immédiats et d'ordre matériel. Mais, qu'il s'agisse de modifier brutalement un milieu ou de lancer dans la circulation un virus, des conséquences irréversibles peuvent en résulter, et il n'est pas sûr que nous puissions toutes les prévoir. En tout cas, il convient de ne pas fermer volontairement les yeux.

La triomphale carrière de l'aluminium

Le centenaire de l'obtention de l'aluminium par Henri Sainte-Claire Deville, dont les travaux sont à l'origine de l'industrie de ce métal, a été célébré en juin dernier par un congrès à la Sorbonne, qu'organisaient la Société Chimique de France et la société l'Aluminium Français.

Dès 1824, Oerstedt, faisant réagir de l'amalgame de potassium sur du chlorure d'aluminium, avait obtenu un produit impur où l'aluminium figurait sous forme d'amalgame. En 1827, Woehler, par un procédé analogue, obtenait un produit semblable dont on ne pouvait isoler le métal pur pour en connaître l'aspect et les propriétés. Ce n'est qu'en 1854 que Sainte-Claire Deville isolait le métal pur.

Né en 1818 à l'île Saint-Thomas, aux Antilles, H. Sainte-Claire Deville était, à 25 ans, docteur ès sciences, docteur en médecine, et devenait doyen de la Faculté des Sciences de Besançon. En 1851, il succède à Balard comme maître de conférences à l'École Normale Supérieure. C'est dans le laboratoire de l'École qu'il sépara l'aluminium, en faisant agir le sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium. La découverte fut annoncée à l'Académie des Sciences le 6 février 1854 et le nouveau métal y fut présenté le 14 août. Des lingots et des objets en aluminium purent figurer à l'Exposition universelle de 1855.

Procédés industriels. — Entreprise dans une usine de Javel, la fabrication industrielle fut transportée à la Glacière, puis à Nanterre et, sur une échelle plus importante, à Salindres. Le prix du métal, à l'origine de 1 200 F le kilogramme, tomba bientôt à 300 F. Le chlorure d'aluminium était obtenu par l'action du chlore sur de l'alumine en présence de charbon. L'alumine provenait de la purification de la bauxite naturelle, qui avait été découverte par Berthier près du village des Baux, d'où son nom. Le sodium était obtenu par l'action du charbon sur un mélange de carbonates de sodium et de calcium à haute température.

Ce procédé a régi la métallurgie de l'aluminium jusqu'aux années 1886-1890, qui virent le développement de la méthode électrolytique, d'ailleurs prévue par Saint-Claire Deville lui-même.

En 1885, les frères Cowles avaient instauré la réduction de l'alumine par le charbon au four électrique. La technique était difficile à conduire pour éviter la carburation du métal et la formation de carbure C_3Al_4. L'année suivante, Héroult en France et Hall aux États-Unis déposèrent des brevets à peu près identiques. L'aluminium était obtenu par électrolyse de l'alumine dissoute dans un bain de sels fondus : des fluorures (cryolithe), à 950° C.

Dans les premiers brevets de Héroult, les cuves d'électrolyse sont chauffées extérieurement, mais dès 1889 les cuves de Froges étaient portées à la température voulue par le passage direct du courant électrique.

En même temps, la technique chimique de la préparation de l'alumine à partir de la bauxite était améliorée, tandis que les fours d'électrolyse étaient perfectionnés par l'emploi des électrodes continues et leur capacité augmentée jusqu'à des intensités de 40 000 et même 70 000 ampères.

Enfin en 1919 fut découvert le procédé de préparation de l'aluminium extra-pur (99,995 pour 100) livrant un métal d'une remarquable résistance à la corrosion et d'une malléabilité très élevée.

Pour les prix de revient, le coût du courant électrique est un facteur essentiel ; c'est pourquoi les usines d'aluminium sont situées à proximité de centrales hydroélectriques. La production d'une tonne d'aluminium exige 22 à 25 000 kWh et, pour le métal extra-pur en y comprenant les frais de raffinage, 30 à 35 000 kWh.

Production et prix. — Aucune métallurgie n'a présenté un développement plus rapide que celui de l'aluminium et de ses alliages. Les chiffres de sa production mondiale le prouvent :

1888	175 tonnes	1950	1 460 000 tonnes
1900	7 700 —	1952	2 064 000 —
1910	50 000 —	1953	2 395 000 —
1930	200 000 —		

L'évolution des prix n'est pas moins intéressante à considérer :

1860	1 250 F le kg	1895	3,75 F le kg
1865	300 —	1905	2,35 —
1870	100 —	1913	2,10 —
1890 (électrolyse)	19 —		

La première guerre mondiale a marqué la fin des 111 ans de stabilité du franc Germinal. Depuis, les prix de l'aluminium ont suivi dans tous les pays les dévaluations des monnaies. En France on a noté :

1920	9,40 F le kg	1950	144,00 F le kg
1930	11,80 —	1953	180,00 —
1940	19,00 —		

Projets actuels. — Le rôle de l'aluminium dans la technique moderne est appelé à de nouveaux développements. En ce moment même, la production de ce métal augmente dans des proportions extraordinaires. Des projets ambitieux sont à l'étude ou en voie de réalisation.

Les États-Unis, qui participent déjà pour près de 75 pour 100 à la production mondiale, construisent de nouvelles usines. L'une d'elles est conçue pour une capacité annuelle de 200 000 t de métal, en utilisant la puissance hydro-électrique du Yukan qui descend des Montagnes Rocheuses du nord-ouest canadien pour aller se jeter dans le détroit de Bering. Les promoteurs du projet se sont assurés, au sud de la ville de Dawson, des gisements de roches alumineuses qui ne sont ni des bauxites ni des latérites mais des roches analogues à celle que l'on rencontre par exemple en France dans la vallée de la Conge, près de Madriat (Puy-de-Dôme). C'est une roche rouge, dure, ressemblant à la bauxite, qui s'étend en surface sur une profondeur de 4 à 15 m et contient de 30 à 40 pour 100 d'alumine ; elle tire son origine de la décomposition des gneiss.

D'autres usines d'aluminium sont en projet et même en construction aux États-Unis. Au Canada, en Colombie Britannique, un vaste projet d'installations hydro-électriques est en cours de réalisation sur les affluents de la rivière Frazer, pour une puissance initiale de 1 600 000 ch, qui pourra être portée à 2 450 000 ch si les conditions économiques sont favorables. Le courant électrique alimente une usine d'aluminium à Kitinat, ville reliée à l'Océan Pacifique par le Canal Douglas. Elle va produire pour débuter 83 000 t annuellement. Si le marché futur de l'aluminium le permet, le projet permettrait une production annuelle de 500 000 t. La bauxite sera livrée par mer des gisements de la Jamaïque. Les prix de revient de l'aluminium au Canada sont estimés inférieurs à ceux des États-Unis.

La Grande-Bretagne fait également de gros efforts pour développer sa production, en particulier en Côte de l'Or. Une usine hydro-électrique est prévue sur la rivière Volta. Elle utilisera les bauxites locales. La production annuelle pourra atteindre 80 000 t.

En U.R.R.S., la production annoncée pour 1952 s'élevait à 235 000 t. D'après les plans, elle doit être portée à 545 000 t en 1955.

En France, l'industrie de l'aluminium est en large progrès

et tient une place honorable. La production, qui était de 60 715 t en 1950, est passée à 106 130 t en 1953. On prévoit une usine au Cameroun (40 000 t), une autre en Guinée française (100 000 t), alimentées par des bauxites ou des latérites locales.

*
* *

Il y a un siècle, dans sa communication à l'Académie des Sciences, Sainte-Claire Deville s'exprimait ainsi : « Je conclus que l'aluminium est un métal susceptible par ses propriétés curieuses, par son inaltérabilité à l'air, par sa résistance à l'action des acides autres que l'acide chlorhydrique, par sa fusibilité, par la beauté de sa couleur et ses propriétés physiques, pour lesquelles il est permis de le comparer à l'argent, de devenir un métal usuel. Sa densité, si faible qu'elle égale à peine celle du verre, lui assure des applications spéciales ».

En célébrant le souvenir de sa grande découverte, on a pu louer aussi la perspicacité du savant qui, comme le dit Pasteur sur sa tombe en 1881, tint si longtemps « le sceptre de la chimie minérale ».

Lucien Perruche,
Docteur de l'Université de Paris.

Un chef-d'œuvre d'horlogerie

Au cours d'une communication présentée le 28 novembre 1953 à l'assemblée générale de la Société Chronométrique de France, M. Léon Leroy a présenté la montre ultra-compliquée fabriquée par L. Leroy et Cie, à Paris, à la fin du siècle dernier, et qui vient de rentrer en France après plus d'un demi-siècle d'absence. Ce joyau de mécanique qu'on put voir récemment à l'exposition organisée à Paris par la Chambre française de l'Horlogerie, figurera à l'Exposition d'Horlogerie qui aura lieu à Besançon du 2 au 10 septembre.

Cette montre, la plus compliquée qui ait jamais été faite, fut soumise au jury de l'Exposition Universelle de 1900 où elle provoqua un étonnement général, tant par son mécanisme que par l'exactitude de ses fonctions et la perfection de la main-d'œuvre; elle ne fut en réalité complètement terminée qu'un peu plus tard, après deux nouvelles années de travail pour la décoration du boîtier. Cette œuvre prenait la suite d'une montre à onze complications (dont la longitude de certaines villes traduite en heures et en minutes par un jeu de roues de minuterie) construite également par la Maison Leroy pour le comte Nicolas Nostitz, de Moscou, et exposée à l'Exposition Universelle de Paris en 1878.

La commande de cette nouvelle montre avait été passée par un grand amateur d'horlogerie portugais qui désirait posséder un objet unique qui réunirait tout ce que la science et la mécanique pourraient réaliser à ce jour sous un volume portatif; ce fut le roi de Portugal qui, de passage à Paris, se chargea de la transmettre à son futur propriétaire.

Restée plus de cinquante ans dans la même famille, cette montre a été proposée en 1952 à M. Léon Leroy et acquise pour la somme de 2 millions de francs avancés par la ville de Besançon avec la caution de cinq fabricants. Une souscription est ouverte afin de permettre d'en faire don au Musée d'Horlogerie de Besançon.

Les différents mécanismes de ce chef-d'œuvre ont été décrits en détail dans une notice de 32 pages publiée à l'époque et dont nous extrayons les indications suivantes :

La fabrication de la montre, identifiée par le numéro 01, fut décidée en janvier 1897. Après examen et étude attentive du programme complexe demandé, certaines complications jugées nuisibles furent écartées *a priori*. Le fabricant s'arrêta finalement aux 25 complications suivantes :

1° Quantième de jours; 2° quantième de dates; 3° quantième perpétuel des mois et années bissextiles; 4° millésime pour cent ans; 5 phases et âge de la lune; 6° saisons, solstices, équinoxes; 7° équation du temps; 8° chronographe; 9° compteur de minutes; 10° compteur d'heures, tous les trois avec remise à zéro; 11° développement de ressort; 12° grande sonnerie en passant, petite sonnerie, silence; 13° répétition de l'heure, des quarts et des minutes, avec rouage silencieux sur 3 timbres faisant carillon.

14° État du ciel dans l'hémisphère boréal, au moment du jour indiqué par le quantième (le ciel étant animé du mouvement sidéral, c'est-à-dire avançant de 3 mn 56 s par jour sur le temps moyen); ciel et horizon pour Paris, avec 236 étoiles; ciel et horizon pour Lisbonne, avec 560 étoiles; 15° État du ciel dans l'hémisphère austral (au moyen d'un mécanisme de rechange animant le ciel d'un mouvement de rotation de l'ouest à l'est); ciel et horizon pour Rio-de-Janeiro, avec 611 étoiles; 16° heure de 125 villes du monde; 17° heure des levers du soleil à Lisbonne; 18° heure des couchers du soleil à Lisbonne.

19° Thermomètre métallique centigrade; 20° hygromètre à cheveu; 21° baromètre; 22° altimètre pour 5 000 m; 23° système de raquetterie permettant de rectifier le réglage sans ouvrir la montre; 24° boussole.

25° Sur la boîte, les douzes signes du zodiaque.

Sans entrer dans la description détaillée des divers mécanismes de ces complications, indiquons seulement quelques particularités d'exécution de certains d'entre eux.

L'échappement est à ancre, double plateau, levées visibles. Balancier compensé, spiral à courbes terminales Philips.

Le mécanisme du millésime comprend dix cadrans de chacun dix années, dont l'un est en place sur la montre.

La sonnerie des quarts se fait sur 3 timbres donnant les notes ré, do, si bémol.

Le ciel fait un tour sur lui-même en 24 heures sidérales, temps écoulé entre deux passages d'une même étoile au méridien. Les étoiles ont été pointées exactement à leurs positions et percées à la grosseur correspondant à leur ordre de grandeur. Le ciel de Paris indique les principales constellations : Andromède, Persée, Cassiopée, le Cygne, Céphée, le Cocher, la Chèvre, la Girafe, la Petite-Ourse, le Dragon, le Lion, la Grande-Ourse, le Bouvier, le Cancer, les Pléiades; celui de Lisbonne a en plus l'Hydre, Régulus, le Grand-Chien, le Petit-Chien, Orion, Sirius, le Taureau, la Baleine, Aldébaran, etc.; celui de Rio-de-Janeiro montre la Croix-du-Sud, le Navire, le Centaure, le Triangle, Canopus, la Dorade, l'Hydre, Eridan, le Paon, Phénix, le Poisson austral et quelques-unes des constellations du ciel boréal.

L'exécution de ces ciels et de ces horizons a demandé près de 1 100 heures de travail minutieux et absorbant (près d'un demi-million de francs au taux actuel des salaires).

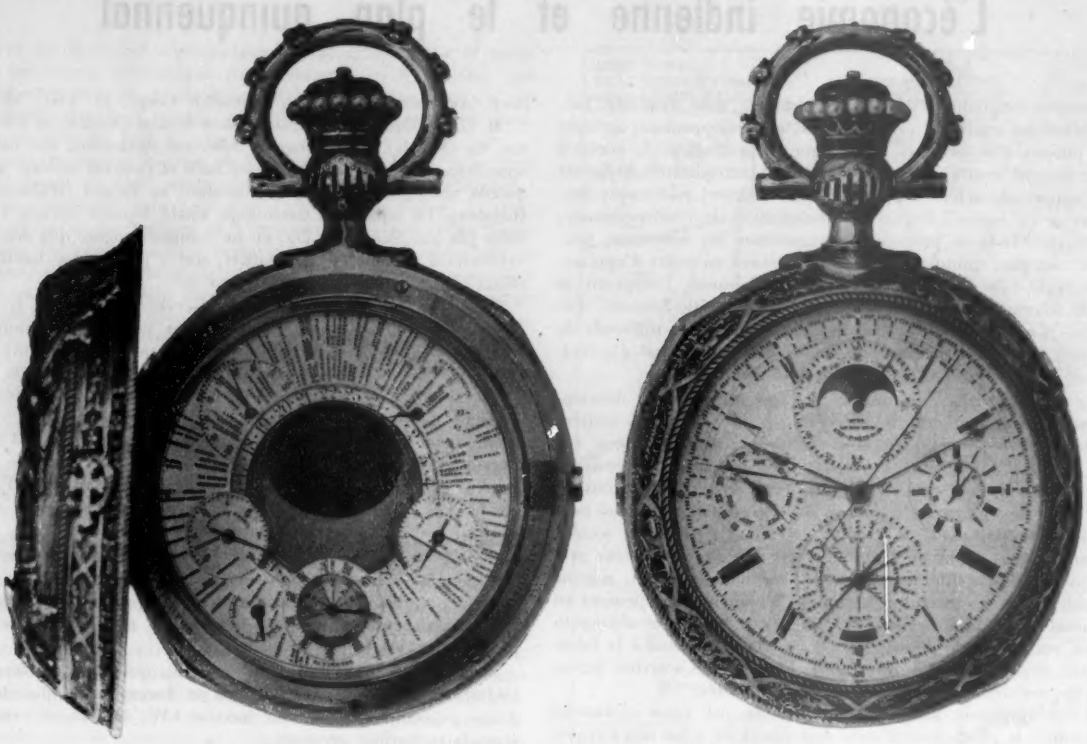


Fig. 1. — *La montre la plus compliquée qui ait jamais été construite.*
A gauche, le fond ouvert ; à droite, la face. Reproductions en vraie grandeur.

Le thermomètre bi-métallique permet de mesurer les températures de — 20° à + 60° C.

L'hygromètre, du type Saussure, a été monté avec un « cheveu blond pris sur la tête d'une personne bien portante ».

Le baromètre indique les pressions entre 731 et 785 mm de mercure. L'altimètre est gradué jusqu'à 5 000 m.

La boussole se trouve placée sur la calotte de la couronne du remontoir.

Le boîtier de cette montre à double cadran est en or à 18 carats et pèse 228 g; son diamètre est de 71 mm. Il est ciselé et le décor représente les trois Parques, le Temps et sa faux et le monogramme du propriétaire. La couronne du remontoir est ornée de perles fines. La montre complète pèse 500 g; elle a été payée 20 000 F en 1900.

Un coffret aux accessoires, en ébène, accompagne cette montre; il renferme notamment des pièces de rechange, les disques des années 1900 à 2000 et les documents relatifs à l'historique et à l'exécution de cette montre.

A la fin de la notice de présentation de cette montre, Louis Leroy, l'un des artisans de ce chef-d'œuvre, s'exprime en ces termes : « Lorsque j'ai entrepris ce travail, je n'ai pas caché à mes divers collaborateurs mes craintes bien légitimes d'un échec. Ce n'est qu'après une étude approfondie des divers mécanismes proposés que j'ai pu accepter la commande et que nous avons commencé l'exécution. Elle a été longue et laborieuse; des retards, dus à des tâtonnements inévitables en pareil cas, ont suspendu parfois pendant 3 et 6 mois la mise au point de l'ébauche. L'exécution des ciels, l'étude des horizons, les expériences de laboratoire pour la mise en fonction des instruments météorologiques ont exigé des mois, des années de travail.

« De plus, la boîte et sa décoration spéciale ont donné lieu à des difficultés telles que notre habile ciseleur, M. Burdin, dut plusieurs fois abandonner son travail par suite d'une trop grande fatigue de la vue. La ciselure dans la masse offre infiniment plus de difficultés que le repoussé. Ici, pas de retouche du métal qui ne soit définitive. La multitude des ornements, indépendamment de la belle allure des personnages et de leur finesse, constituait un travail de grand art et d'inlassable patience.

« Grâce à l'abnégation de tous, grâce au dévouement d'un personnel dont je suis fier, l'œuvre a été achevée dans les meilleures conditions de bien-facture ».

Sortie des ateliers de Besançon, cette pièce unique de grande valeur, pour laquelle des propositions fort intéressantes auraient pu être obtenues, retournera heureusement à sa ville natale grâce à l'offre en grande partie désintéressée de son dernier possesseur.

H. M.

L'hydrazine dans l'industrie

L'hydrazine est passée du laboratoire sur le plan industriel depuis son utilisation comme combustible pour les fusées. On annonce également que l'hydrate d'hydrazine NH^2-NH^2, H^2O peut être employé pour absorber l'oxygène de l'eau d'alimentation des chaudières à vapeur et éviter la corrosion des parois et des tuyauteries. D'après les essais réalisés, on en utilise 25 pour 100 en excès de la quantité théorique correspondant à celle de l'oxygène contenu dans l'eau à corriger.

L'économie indienne et le plan quinquennal

Pendant longtemps, l'économie indienne sous direction britannique avait été orientée vers le développement agricole des plantes d'exportation, tandis que la production de céréales était souvent insuffisante et que la sous-industrialisation obligeait à d'importants achats à l'extérieur (notamment en Grande-Bretagne et au Japon). Depuis la proclamation de l'indépendance, en 1947, l'Inde se préoccupe d'augmenter ses ressources propres : un plan quinquennal est actuellement en cours d'application (1952-1956); financé par le gouvernement, l'emprunt et l'aide étrangère (États-Unis, Australie, Nouvelle-Zélande, Canada...), ce plan s'élève à un montant total de 20 milliards de roupies, soit 1 550 milliards de francs. Son objectif est d'accroître de 11 pour 100 en cinq ans le revenu national.

La première place est donnée à l'agriculture et au développement rural, y compris l'irrigation, suivis par les sources d'énergie : ces divers chapitres doivent recevoir 45 pour 100 du montant des crédits alloués. Les transports reçoivent 24 pour 100, les services sociaux 16,4 pour 100, l'industrie 8,4 pour 100. La part réservée au développement industriel peut sembler faible, mais on compte ici sur l'activité du secteur privé, se contentant de l'alimenter en énergie et matières premières. L'État s'intéresse surtout à des industries-clés, comme la sidérurgie, les produits chimiques, les biens d'équipement en général (télécommunications, constructions navales et aéronautiques, raffineries de pétrole), ainsi que naturellement à la fabrication des armes et des munitions. Le reste des activités industrielles reste dans le cadre de l'entreprise privée.

Voici quelques précisions concernant cet essor industriel attendu : la production d'acier doit passer de 2 500 000 t (1950) à 3 230 000 t (1955-1956), celle de ciment de 2 700 000 t à 4 500 000 t, celle des engrais chimiques de 104 000 t à 630 000 t, celle des machines-outils de 1 100 unités à près de 5 000. Quant aux moyens de transport, on espère sortir fin 1954 la première locomotive fabriquée aux Indes (usine de Chittarajan), et atteindre en 1956 le chiffre de 170 annuellement. La fabrication des bicyclettes, inexistante avant guerre, dépasse aujourd'hui 100 000 unités par an, et doit théoriquement atteindre 500 000 d'ici deux ans. Le gouvernement, d'autre part, a contribué à la construction de l'usine d'engrais chimiques de Sindri, qui doit produire 350 000 t de sulfate d'ammoniaque par an, et rendre le pays indépendant de ses anciens fournisseurs; il a également aidé à la construction de l'usine de constructions aéronautiques de Bangalore, et de la fabrique d'instruments de précision de Calcutta (appareils mécaniques, électriques, optiques, etc.).

Le concours de capitaux étrangers est facilité, dans la mesure où cet apport contribue à l'évolution économique du pays. En 1950, par exemple, un accord a été conclu avec une firme suisse pour l'édification d'une usine de produits pharmaceutiques, en particulier pénicilline et sulfamides. Une maison anglaise a obtenu un marché de fabrication d'appareils téléphoniques. Des sociétés françaises ont signé des conventions relatives à des chantiers navals (Vizagapatam) et à des ateliers de fournitures électroniques. Dans le domaine automobile, où les nécessités de la guerre contre le Japon avaient provoqué la constitution d'une industrie militaire, de nombreuses firmes américaines et européennes ont entrepris la construction de chaînes d'assemblage; les tarifs douaniers, à l'image de maints pays non producteurs (la Belgique, par exemple), ont été en effet relevés à des taux prohibitifs en ce qui concerne l'importation de voitures neuves : il s'agissait pour l'État de fournir du travail à la pléthorique et famélique main-d'œuvre locale en favorisant l'assemblage sur place. Calcutta possède l'*Hindustan Motors* (Morris et Studebaker) et la *Peninsular Motors* (Renault), Bombay la *Premier Automobiles* (groupe Chrysler Corp. et Fiat) et la *F. M. C. Co* (Morris), Madras l'*Ashok Motors* (Austin) et l'*Addison Co* (Morris). A Bombay se trouvent également des usines appartenant en propre aux firmes Ford et General Motors, ainsi qu'aux groupes britanniques Standard et Rootes (Hillman et Humber). La capacité d'assemblage totale dépasse 100 000 véhicules par an. Mais, en 1952, on ne comptait encore que 300 000 véhicules à moteur en circulation, soit 1 pour 1 200 habitants (États-Unis 1 pour 4, France 1 pour 20).

Une place importante doit être réservée aux travaux hydroélectriques, souvent combinés avec des plans d'extension de l'irrigation ; environ 20 millions d'ha peuvent être mis en valeur de cette façon, et une puissance de 7 millions de kW utilisée. Jusqu'en 1955, il n'est pas question de mettre en chantier de nouveaux barrages, car il est d'abord urgent de terminer les grands travaux en cours. Plus de 135 projets d'aménagement sont en effet près de leur achèvement, dont 60 concernent l'irrigation proprement dite, et 64 la production d'électricité. Les 11 restants sont des travaux mixtes; ce sont aussi les plus importants; parmi lesquels :

— le plan de la Damodar Valley (750 millions de roupies),

— le plan d'Hirakoud (Orissa), coûtant 626 millions de roupies, et premier d'une série de trois barrages sur le Mahanadi; l'énergie produite alimentera les aciéries de Jamhedspur, les plus grandes de l'Inde,

— le plan de Bhakra-Nangal (Punjab), qui se caratérisera par l'édification sur le fleuve Sutlej d'un barrage haut de 230 m, d'une puissance installée de 400 000 kW; le Punjab verra sa légendaire fertilité décuplée.

Il existe plusieurs autres projets intéressants, notamment dans le Dekkan. En tout, en 1956, on escompte l'irrigation de près de 4 millions d'hectares par rapport à 1951 et, côté énergie, l'installation de 1 100 000 kW supplémentaires.

Enfin, les transports seront considérablement développés. L'Inde possède déjà un beau réseau ferré de 76 000 km, le premier de l'Asie, desservi par 8 500 locomotives, 22 000 voitures et 205 000 wagons (1951); les 70 anciennes compagnies ont été groupées en 6 réseaux. L'essor des transports maritimes et fluviaux est stimulé par l'État (subventions et participations, commandes de plusieurs cargos de 8 000 t aux chantiers de Vizagapatam). Neuf compagnies aériennes desservent 50 itinéraires, allant jusqu'à Londres, Nairobi et Singapour, au moyen de 660 avions; très nombreuses sont les lignes intérieures. Un effort spécial est fait en vue de la création de nouveaux bureaux de poste : 1 200 bureaux urbains et 16 000 bureaux ruraux ont été institués au cours des années 1947-1952; on en compte aujourd'hui 45 000 à travers l'ensemble du pays.

P. W.

L'avance du désert

Le *Bulletin d'information de l'U.I.P.N.* annonce que dans l'état d'Uttar Pradesh, aux Indes, 25 000 ha de terres ont déjà été engloutis par le désert de Rajasthan et 2 500 000 ha de terres autrefois fertiles sont actuellement transformées en régions arides. Les 2 730 000 ha qui demeurent encore cultivables ne rendent qu'à 50 pour 100 de leur ancienne productivité. Aussi le gouvernement central et celui de l'état de Pradesh ont-ils établi un vaste programme de reboisement en vue d'arrêter les méfaits de l'érosion et de sauver du désastre final cette région renommée jadis pour ses riches pâturages et ses forêts. Deux postes de 520 000 et 1 000 000 de roupies ont été prévus au budget de 1954-1955.

Le Honduras britannique

Peu de pays sont aussi oubliés des géographes que la petite possession britannique du Honduras (qu'il ne faut pas confondre avec la République voisine du même nom). C'est l'une des dernières colonies européennes sur le continent américain, avec les trois Guyanes.

Des aventuriers anglais et écossais, venus de la Jamaïque, s'établirent au XVIIe siècle sur ces rivages déserts, théoriquement espagnols; sous l'autorité d'un certain Wallis, ils trafiquaient avec les Indiens de l'intérieur. Chassés par les Espagnols, les contrebandiers revinrent toujours, si bien que la Grande-Bretagne profita du traité de Paris (1763) pour se faire reconnaître un certain droit d'occupation sur cette enclave en Amérique centrale espagnole. Peu à peu cet état de fait se transforma en légitime suzeraineté, que durent accepter, non sans contestations, les nouveaux états nés de la Guerre d'Indépendance (première moitié du XIXe siècle). Le Mexique, le Guatemala et le Honduras ne cédèrent pas sans lutte; des tribus indiennes du Yucatan firent de fréquentes incursions dans ce pays qu'elles regardaient comme leur, et l'irrédentisme guatémaltèque n'est pas encore apaisé. Malgré la signature en 1859-1860 de conventions définissant les frontières actuelles, le Guatemala a encouragé jusqu'à ces derniers temps des manifestations qui ont parfois inquiété le Cabinet de Londres (à tel point qu'il envoya un croiseur à Belize en 1947).

Pendant longtemps, la seule importance attachée par les Anglais à ce territoire perdu était d'ordre stratégique, liée au percement éventuel d'un canal transocéanique à travers l'Amérique centrale. Depuis que les États-Unis ont obtenu la concession du canal de Panama et construit celui-ci, la rivalité entre les deux grandes puissances anglo-saxonnes s'est beaucoup atténuée. Néanmoins, des événements récents comme ceux de Guyane anglaise montrent que l'opinion yankee réagit toujours avec une extrême sensibilité à tout ce qui touche l'hémisphère occidental; on aurait tort de sous-estimer l'importance des questions, tant politiques qu'économiques et sociales, qui se posent dans cette partie du continent, regardé comme « domaine réservé » par la grande république nord-américaine.

Le Honduras britannique, ou colonie de Belize, du nom de sa capitale, est situé sur le versant de l'isthme centre-américain qui regarde la Mer des Caraïbes (Méditerranée Antillaise); sa superficie est de 22 000 km², sa population de 65 000 habitants (contre une trentaine de mille en 1890). Sa partie septentrionale n'est que le prolongement de la presqu'île calcaire

Fig. 1. — *Carte du Honduras britannique.*

Fig. 2. — *Une vedette accoste à la jetée de Water Cay, à quelques miles de Stann Creek.*

Fig. 3. — *Danses villageoises au Honduras britannique.*
(Photos Office central d'information britannique).

Fig. 4. — *Fouilles dans une ancienne cité maya.*

Fig. 5. — *Le chemin de l'école sur la Belize River.*

mexicaine du Yucatan et offre les mêmes phénomènes karstiques. Le sud est formé de roches anciennes, principalement granitiques, atteignant plus de 1 000 m dans le petit massif des Cockscomb (Pine Ridge Mountains); par des savanes ondulées et des forêts denses tropicales, on descend vers la côte orientale, paludéenne et malsaine, frangée de coraux; au large, l'île Turneffe (*Terra Nuova*) est sans doute un témoin de l'ancien rivage ennoyé. Deux sites naturels de ports en eau relativement profonde, à Belize et à Stann Creek, offrent quelques possibilités.

La mise en valeur de ce pays isolé et fiévreux est restée longtemps négligée par la métropole. La pêche (éponges, tortues) procure quelques ressources au littoral; on envisage d'étendre sur les hauteurs du sud l'élevage du gros bétail, qui fournirait une richesse non négligeable pour l'alimentation locale, actuellement insuffisante, et même pour l'exportation (viande congelée), quand seront mises en place les installations adéquates. Cette réalisation semble encore lointaine... Des résultats encourageants ont été récemment obtenus dans la culture de fibres textiles, comme la ramie. Des plantations fruitières ont été créées par des firmes anglaises et surtout américaines (*United Fruit C°*) dans la vallée alluviale de la Belize River et sur la plaine côtière : les deux centres en sont Orange Walk et Stann Creek. D'ores et déjà, on récolte oranges, citrons, pamplemousses, bananes. Mais la grande ressource du Honduras britannique est toujours l'exploitation de la forêt; les bois de teinture (campêche), les bois précieux (acajou), le chicle (matière première du chewing-gum) sont expédiés à destination des États-Unis. Pour les troncs, on utilise le flottage sur les cours d'eau.

Le trafic extérieur se fait en grande partie avec les États-Unis, qui achètent les bois, le chicle, les agrumes, et fournissent produits industriels et alimentaires (de même que les Antilles et le Royaume-Uni); le Honduras britannique ne se suffit pas en vivres en effet, malgré sa faible densité de 3 habitants par km². Les importations (8 800 000 dollars honduriens) sont près de deux fois plus fortes que les exportations (4 800 000). Le système agricole en vigueur depuis des siècles pour les cultures vivrières n'est autre que la culture itinérante sur brûlis, commune à tous les pays primitifs, aux sols pauvres et au climat chaud et humide : on l'appelle ici *milpa*.

Un plan de modernisation économique a été élaboré par les Britanniques, et son exécution a commencé en 1951. Il porte sur les méthodes agricoles des indigènes, sur les plantations européennes, le ravitaillement en eau potable, la préservation des forêts (première richesse du pays, qu'il importe de ménager, après une période d'exploitation immodérée). On doit en outre édifier un petit port à Stann Creek, et poursuivre l'effort d'urbanisme entrepris depuis 1932 à Belize : la capitale, en effet, dont le nom serait la déformation de celui de Wallis, chef des flibustiers qui créèrent la colonie, a été construite sur la boue alluviale au niveau de la mer; elle ne possédait pas un seul hôtel jusqu'à ces derniers temps. Par ces améliorations en cours, on espère attirer les touristes nord-américains, déjà nombreux au Mexique et au Guatemala voisins,

Fig. 6. — *Dépôt de pins à Mango Creek.*
(*Photos Office central d'information britannique*)

Fig. 7. — Vue aérienne de Belize, capitale du Honduras britannique.

qui visitent les ruines des villes et des sanctuaires Maya; de telles ruines ont été récemment explorées dans le sud du Honduras britannique et leur dégagement est entrepris.

La construction de routes, pour tout ce qui concerne l'essor économique ou touristique, est indispensable. Un crédit spécial de 1 500 000 livres sterling a été consenti par la métropole dans ce but précis. Un vif élan agricole est en particulier attendu du raccordement Orange Walk-Stann Creek. La recherche de pétrole a été encouragée par des prospections récentes, et la concession en a été octroyée à la société américaine *Gulf Oil C°*. Mais il n'existe pas de chemin de fer, malgré les réclamations du Guatemala, pour lequel l'accès à la mer caraïbe est malaisé, notamment en ce qui concerne sa province de Petén. Le trafic de transit Belize-Petén est assuré par une seule route; il connaît un certain essor depuis quelques années.

2 000 Anglo-Saxons, techniciens pour la plupart, sont noyés parmi une masse de 60 000 indigènes et métis divers : métis espagnols, caraïbes, indiens plus ou moins purs, noirs, mulâtres, ... Les différences ethniques et l'hostilité entre les confessions religieuses (catholiques, anglicans et méthodistes), jointes aux difficultés économiques de l'après-guerre, ont aggravé les données du problème social. La dévaluation du dollar hondurien en 1950 n'a apporté qu'un soulagement passager; d'autre part, les plans à long terme appliqués par le Colonial Office de Londres (le Honduras est une « colonie de la Couronne » administrée directement) ne font guère sentir pour le moment leurs effets; l'homme de la rue se plaint du bas niveau des salaires (3 à 4 000 F français par semaine) et de l'élévation du prix de la vie; les services sociaux ne sont guère répandus, la misère est souvent réelle. Nous retrouvons là un climat social qui rappelle les Antilles ou la Guyane, lié au niveau de vie.

Le mécontentement est attisé par les revendications d'un « Parti Unifié du Peuple », lequel réclame l'autonomie politique. Le gouvernement de Londres, quant à lui, a pour objectif la réalisation de la « Carribean Federation », groupant le Honduras, la Jamaïque, les Antilles anglaises et la Guyane. Mais le Honduras se juge sacrifié, négligé : dans leur récent voyage, les souverains britanniques ne l'ont pas visité, sans doute pour ne pas éveiller la susceptibilité de Washington. La situation du Honduras apparaît fort délicate, au milieu de multiples problèmes : Grande-Bretagne, Fédération antillaise, doctrine de Monroë, irrédentisme guatémaltèque, luttes sociales, polémiques sur le colonialisme... Les événements de Guyane anglaise et du Guatemala ont rappelé la brûlante actualité de ces questions.

Il faut souhaiter, en tout cas, que ce pays hondurien, qui a vu, il y a dix et quinze siècles, s'épanouir la brillante et pacifique civilisation maya, une des plus magnifiques et des plus grandioses de l'Amérique précolombienne, dans le cadre paradoxal de la jungle humide, il faut souhaiter que ce Honduras, restant fidèle à ses origines, connaisse une évolution paisible vers la prospérité économique et la concorde sociale.

P. W.

Les photographies qui illustrent cet article nous ont été obligeamment communiquées par l'Ambassade de Grande-Bretagne.

LE CIEL EN OCTOBRE 1954

SOLEIL : du 1er au 31 sa déclinaison décroît de $-3°5'$ à $-14°2'$; la durée du jour passe de 11^h38^m le 1er à 9^h54^m le 31 ; diamètre app. le 1er = 32'0",4, le 31 = 32'16",6. — **LUNE** : Phases : P. Q. le 5 à 5^h31^m, P. L. le 12 à 5^h10^m, D. Q. le 18 à 20^h30^m, N. L. le 26 à 17^h47^m ; *apogée* le 27 à 23^h, diamètre app. 29'24" ; *périgée* le 13 à 2^h, diamètre app. 33'22". Principales conjonctions : avec **Mars** le 6 à 0^h, à $3°59'$ S. ; avec **Uranus** le 19 à 2^h, à $2°13'$ N., et avec **Jupiter** à 4^h, à $1°58'$ N. ; avec **Neptune** le 26 à 9^h, à $2°23'$ N. ; avec **Mercure** le 27 à 9^h, à $2°23'$ N., et avec **Saturne** à 15^h, à $6°34'$ N. ; avec **Vénus** le 28 à 23^h, à $3°9'$ S. Principales occultations : de 33 *Taureau* (mag. 6,0) le 15, émersion à $1^h44^m,5$, et de 99 *Taureau* (mag. 6,0), émersion à $23^h29^m,8$; de 103 *Taureau* (mag. 5,5) le 16, émersion à $4^h49^m,9$. — **PLANÈTES : Mercure,** plus grande élongation du soir le 6, à 25°32' E. du Soleil, en conjonction inf. avec le Soleil le 29 ; **Vénus,** plus grand éclat du soir le 11, disparaît dans le rayonnement solaire à la fin du mois ; **Mars,** dans le *Capricorne*, visible le soir, se couche à 22^h16^m le 16, diamètre app. 10",6 ; **Jupiter,** dans le *Cancer*, visible une bonne partie de la nuit, se lève à 22^h27^m le 16, diamètre pol. app. 35",2, en conjonction avec **Uranus** le 8 à 4^h, **Jupiter** à $0°21'$ S. ; **Saturne,** dans la *Balance*, un peu visible le soir, au début du mois, se couche à 17^h48^m le 16, diamètre pol. app. 13",8, anneau : gr. axe 34",7, petit axe 11",5 ; **Uranus,** dans le *Cancer*, se lève à 21^h34^m le 28, position 8^h0^m et $+21°8'$, diamètre app. 3",8 ; **Neptune,** inobservable, en conjonction avec le Soleil le 19. — **ÉTOILES VARIABLES** : Minima observables d'*Algol* ($2^m,3$-$3^m,5$) le 11 à $4^h,2$, le 14 à $1^h,0$, le 16 à $21^h,8$, le 19 à $18^h,6$, le 31 à $5^h,9$; minima de β *Lyre* ($3^m,4$-$4^m,1$) le 6 à $22^h,4$, le 19 à $20^h,4$; maxima : de R *Grande Ourse* ($5^m,9$-$13^m,6$) et de R *Hydre* ($3^m,5$-$10^m,1$) le 20. — **ÉTOILE POLAIRE** : Passage sup. au méridien de Paris : le 8 à $0^h39^m31^s$, le 18 à $0^h0^m16^s$ et $23^h56^m20^s$, le 28 à $23^h17^m3^s$.

Phénomènes remarquables. — La **Lumière cendrée de la Lune,** le soir du 1er au 3 ; **Mercure à sa plus grande élongation du soir** le 6 ; la **conjonction de Jupiter et d'Uranus** le 8, à observer à la jumelle avant l'aurore ; **Vénus à son plus grand éclat du soir** le 11.

(Heures données en **Temps universel** ; tenir compte des modifications introduites par l'heure légale).

G. Fournier.

LES LIVRES NOUVEAUX

Le calcul mental, par René Taton. 1 vol. 11,5×17,5, 136 p. Coll. Que sais-je ? P.U.F., Paris, 1953. Prix : 150 F.

Faisant d'abord l'historique des procédés de calcul, notre collaborateur, bien connu pour sa compétence en histoire des mathématiques, montre que la façon dont nous réalisons actuellement par écrit les opérations de l'arithmétique, laisse une large place, bien plus large que dans le passé, au calcul mental. On sera bien plus étonné en apprenant qu'au siècle des machines à calculer électroniques, il existe des instituts scientifiques et techniques qui se sont assuré la collaboration d'un calculateur en chair et en os, car celui-ci fournit parfois des réponses en moins de temps qu'il en faudrait pour les poser en termes utilisables par une machine. L'auteur examine ensuite les artifices courants de calcul mental, puis ceux qui sont réservés aux maîtres en la matière, et cette étude donne à réfléchir sur la façon dont fonctionne l'esprit humain.

L'astronomie au jour le jour, par Paul Couderc, Jean-Claude Pecker et Evry Schatzman. 1 vol. 15,5×24, 152 p., 15 pl. hors-texte. Gauthier-Villars, Paris, 1954. Prix : 700 F.

Texte de trente-sept causeries faites à l'Heure de culture française de la Radiodiffusion par trois astronomes pleins de science et de talent. Bien que s'adressant à un large public, ils ne se sont pas bornés à donner les résultats des plus récentes recherches sur les questions majeures de l'astronomie moderne ; ils ont tenté, souvent avec bonheur, d'en expliquer la genèse, l'évolution tributaire des progrès de la physique, de montrer comment l'observation et l'hypothèse se donnent mutuellement la main. Ils y ont ajouté quelques belles photographies.

Notre Soleil, par Pierre Rousseau. 1 vol. 13×20, 256 p., 4 pl. hors-texte. Hachette, Paris, 1953. Prix : 650 F.

A ceux qui s'obstineraient à exiger de toute recherche une justification pratique, il n'y aurait de meilleur exemple à offrir que celui des taches solaires. Etudiées depuis 1826, c'est tout récemment seulement qu'on a pu montrer leur influence sur l'ionisation de la haute atmosphère et par conséquent sur les communications radio. Intéressons-nous donc à notre Soleil, dont nous dépendons si étroitement et qui nous réserve encore bien des surprises. La connaissance qu'on en prend avec Pierre Rousseau est teintée de pittoresque, tout en restant au plus près des faits scientifiques.

Le ciel sans télescope, par Pol Ravigneaux. 1 vol. 15,5×24, 32 p., 3 cartes hors-texte. Dunod, Paris, 1954. Prix : 290 F.

Le but essentiel de ce petit ouvrage est d'aider l'amateur à reconnaître et à nommer les principales étoiles. Pour cela une méthode originale de projection est employée pour les cartes. Pour soulager la mémoire, les étoiles sont groupées en un certain nombre de figures qui permettent, de proche en proche, de les retrouver toutes. Un tableau permet aussi de repérer les planètes jusqu'en 1957. Quelques renseignements utiles sur les mouvements des astres complètent cette initiation.

Lumière et sources lumineuses, par H. Piraux. 1 vol. 13,5×21,5, 135 p., 73 fig., 8 pl. hors-texte. Dunod, Paris, 1953. Prix : 580 F.

Le souci du rendement, qui caractérise l'ère industrielle, a dominé l'évolution rapide des lampes et tubes électriques. Mais la lumière, au point de vue de son principal usage humain, a deux aspects, l'un physique, bien défini, l'autre psycho-physiologique, en grande partie individuel et subjectif : de là les difficultés qu'on a éprouvées à obtenir des unités et des définitions précises et d'une signification univoque. On en a ici un exposé simple et clair. L'auteur brosse l'histoire des moyens d'éclairage employés avant l'électricité, puis il décrit la fabrication des lampes, et examine les sources de lumière infrarouge et ultraviolette, ainsi que leurs principales applications.

L'énergie nucléaire, par Maurice E. Nahmias. 1 vol. 13,5×19,5, 302 p., 203 fig. Larousse, Paris, 1953. Prix : 850 F.

Un petit livre clair et copieusement illustré qui expose pour un large public tout l'essentiel d'une science et d'une technique dont on pressent que notre civilisation peut être profondément bouleversée. Résumant d'abord les conceptions sur la structure de la matière, l'auteur examine ensuite les isotopes, la radioactivité, les engins de transmutation, puis les piles, les bombes, les matières premières de l'industrie atomique, les différents types de propulseurs possibles, enfin les multiples applications des radio-éléments. Les projets de fusées interplanétaires ne sont pas oubliés et quelques solutions ingénieuses sont indiquées. Le livre se termine par des tables des différentes catégories de radio-éléments, un lexique et une bibliographie réduite mais utile.

Notions élémentaires de Chimie générale, par Paul Pascal, membre de l'Institut. 1 vol. 16×24, 550 p., 243 fig., 42 photos hors-texte. Masson, Paris, 1953. Prix : 3 600 F.

Comme il est arrivé pour d'autres sciences, les limites de la chimie générale sont devenues plus imprécises avec les progrès de nos connaissances. En intégrant de copieuses parties de la physique, de la chimie physique, de l'atomistique, elle est devenue plus explicative ; elle relie quantité de faits et de lois autrefois indépendants ; par là, elle a pris une plus grande valeur intellectuelle, elle s'est elle-même intégrée à un humanisme. Explicative, elle l'est au plus haut point sous la plume de M. Paul Pascal. Des chapitres qui semblaient particulièrement arides, deviennent presque attrayants, comme celui de la cinétique chimique, auquel l'auteur a donné un développement assez important. L'activation et la désactivation des molécules, le rôle des parois des récipients, la question si complexe des réactions intermédiaires, sont traités avec une clarté admirable. Le chimiste, sans doute, ira puiser une leçon plus complète dans le grand traité du professeur Pascal dont ce livre est un résumé ; mais l'étudiant, le biologiste ou simplement le profane avide de comprendre trouveront ici un substantiel enrichissement.

A NOS LECTEURS

LA LIBRAIRIE DUNOD

92, rue Bonaparte, PARIS-6e

se tient à la disposition des lecteurs de LA NATURE pour leur procurer dans les meilleurs délais **les livres analysés dans cette chronique** et, d'une façon plus générale, tous les livres scientifiques et techniques français et étrangers.

ERRATUM

Dans l'article de P. Wagret « Le jute manufacturé » (*La Nature*, n° 3231, juillet 1954, p. 252, 1re colonne), les valeurs en francs des exportations françaises doivent être rectifiées ainsi : vers l'étranger, 2 199 *millions ;* vers l'Union française, 2 548 *millions.*

Le gérant : F. Dunod. — Dunod, Éditeur, Paris. — Dépôt légal : 3e trimestre 1954, N° 2596. — Imprimé en France.
Barnéoud frères et Cie, imprimeurs (310566), Laval, N° 3001. — 9-1954.

QUELQUES CHIFFRES SUR LA PRODUCTION DE LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES EAUX MINÉRALES DE VITTEL

Grâce à ses installations d'embouteillage les plus modernes du monde, la Société Générale des Eaux Minérales de Vittel livre à domicile la santé en bouteille. Au moment de pointe, son usine d'embouteillage lui permet de sortir chaque jour jusqu'à 1 000 000 de bouteilles.

— L'établissement et l'usine occupent sept cents personnes.

— En 1953, 17 000 wagons ont acheminé en France les fameuses bouteilles d'eau minérale.

— Pour la même année, les frais de transport approchent le milliard.

Ce sont là des chiffres qui parlent et qui démontrent la valeur de l'eau de Vittel. Cette magnifique organisation permet aux Arthritiques et aux Hépatiques, à qui il est impossible de venir faire la cure à Vittel même, de se conserver en bonne forme par la cure à domicile.

NOUVEAUTÉ

GUIDE DES OISEAUX D'EUROPE

Réalisé par trois spécialistes de l'ornithologie :

R. PETERSON - G. MOUNFORT - P. A. D. HOLLOM

Préface de JULIAN HUXLEY

Adaptation française de PAUL GÉROUDET

TOUS LES OISEAUX D'EUROPE...

en un volume format de poche, 352 pages, 1 580 illustrations dont 650 en couleurs et 380 cartes de répartition géographique des oiseaux

Broché : 1 300 F — Relié : 1 500 F

DELACHAUX ET NIESTLÉ-PARIS

PETITES ANNONCES

(165 F la ligne, taxes comprises. Supplément de 100 F pour domiciliation aux bureaux de la revue).

DESSINATEUR : à votre service pour Paris, Province et Outremer. « Illustrations, publicité, retouches, mises au net, dépliants, marques ». HUOT, 96, boulevard du Montparnasse, Paris (14e).

A VENDRE : Tachéomètre Morin maillechort, 0,10 diam., 2e comb., 3 niveaux, état neuf, complet. Visible sur rendez-vous. Cercle de marine Gambey complet, boîte acajou. Écrire à *La Nature*, sous n° 151, qui transmettra.

PARQUEZ VOS BÊTES, PROTÉGEZ VOS CULTURES AVEC

LA CLÔTURE ÉLECTRIQUE

CLOSELEC

30 RUE ST-AUGUSTIN - PARIS-2e

MASSON ET Cie — *ÉDITEURS, PARIS*

LES CONSTANTES PHYSIQUES DES COMPOSÉS ORGANIQUES CRISTALLISÉS

(ESSAI DE STŒCHIOMÉTRIE)

par

J. TIMMERMANS

Professeur honoraire de l'Université Libre de Bruxelles.

C'est le premier ouvrage d'ensemble qui réunisse en un exposé détaillé tous les aspects de la stœchiométrie des corps organiques cristallisés. L'auteur fait appel à l'étude des phénomènes sous toutes leurs faces, de façon à en éclairer l'ensemble.

558 pages, 80 figures (16 × 24) . . . . 5 200 F

PRÉCIS DE MINÉRALOGIE

par

P. LAPADU-HARGUES

Professeur de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand.

Cet ouvrage présente une documentation simple, didactique, en même temps que précise et moderne selon les nouvelles conceptions, en particulier celles qui sont relatives aux structures des espèces minérales.

Le livre se signale de plus par la qualité et la clarté de sa présentation et de son illustration.

312 pages, 69 figures, 4 planches h. t. (17 × 22,3)

Broché : 1 700 fr. Cartonné toile : 2 200 F

PROSPECTUS DÉTAILLÉS ENVOYÉS SUR DEMANDE

VOLT

LAGRÉ

SANTÉ

Le matin à jeun, le soir au coucher, un verre de Vittel Grande Source

VITTEL

GRANDE SOURCE

BOIRE NATUREL...
C'EST BOIRE VITTEL,

ET VITTEL, C'EST
LA SANTÉ EN BOUTEILLE.

DÉSINTOXICATION

SANTÉ

A chaque repas sur votre table, votre bouteille de Grande Source

SALON DE L'AUTOMOBILE 1954

LE
" NUMÉRO SPÉCIAL "
DE

LA VIE AUTOMOBILE

REVUE MENSUELLE ILLUSTRÉE

PARAITRA
FIN SEPTEMBRE

RÉDACTEUR EN CHEF : CH. FAROUX

VOUS Y TROUVEREZ

DES ARTICLES DE FONDS TRAITANT DES DERNIERS PERFECTIONNEMENTS ET DES TENDANCES NOUVELLES
LA DESCRIPTION DES PRINCIPAUX CHASSIS EXPOSÉS
DES COMPTES RENDUS D'ESSAIS EFFECTUÉS SUR ROUTE
DES CONSEILS PRATIQUES AUX USAGERS

RETENEZ-LE DÈS MAINTENANT

FRANCE ET U. F. : **250 F** — *ÉTRANGER :* **350 F**

92, RUE BONAPARTE DUNOD ÉDITEUR, PARIS-6e

Lisez

SCIENCE et SOCIÉTÉ

publication trimestrielle

- études inédites sur les événements et les tendances d'aujourd'hui
- critiques détaillées des principaux livres, documents et articles qui traitent des effets sociaux de la science

abonnement annuel : 450 F
spécimen sur demande

19, Av. Kléber, Paris

Envoyer les abonnements directement
à la Librairie de l'UNESCO
19, Avenue Kléber, PARIS XVIe
C.C.P. PARIS 21-27-90, Société Générale,
Compte n° 13801
45, Avenue Kléber, PARIS XVIe

VOL. V - N° 3 - Automne 1954 :

La science et la presse,
par William E. DICK.

L'organisation des recherches de science appliquée dans le domaine civil,
par J. KNOX.

Livres et publications :

Le calvinisme scientifique,
par le Dr ALLISON.

également des informations et revues de livres.

Le gérant : F. DUNOD. — DUNOD, ÉDITEUR, PARIS. — DÉPÔT LÉGAL : 3e TRIMESTRE 1954, N° 2596. — IMPRIMÉ EN FRANCE.
BARNÉOUD FRÈRES ET Cie, IMPRIMEURS (310566), LAVAL, N° 3001. — 9-1954.